

I. Artobolevski

Les Mécanismes Dans la Technique Moderne

Tome 3

Mécanismes à engrenage

Éditions MIR • Moscou

И. И. АРТОБОЛЕВСКИЙ

МЕХАНИЗМЫ В СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКЕ

Том 3

ЗУБЧАТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Издательство «Наука»
Москва

Les mécanismes dans la technique moderne

par I. ARTOBOLEVSKI

Tome 3

Mécanismes à engrenage

A l'usage

des ingénieurs, constructeurs

et inventeurs

Editions MIR · Moscou

Traduit du russe
par G. GORELKINE

На французском языке

Table des matières

Préface

Le présent volume de l'ouvrage de référence « Les mécanismes dans la technique moderne » est consacré aux mécanismes à engrenage. Nous donnons une description plus détaillée de la structure des mécanismes les plus usités, en nous étendant particulièrement sur la cinématique, les dimensions de leurs éléments, etc. La représentation schématique des mécanismes et leur description restent les mêmes que celles adoptées dans les deux premiers volumes consacrés aux mécanismes à leviers.

La systématisation des mécanismes est réalisée en s'appuyant sur une classification établie à partir de leurs critères de construction et de structure et en indiquant leur destination fonctionnelle.

Pour rendre l'usage des volumes III et IV plus commode, nous donnons deux tableaux à l'aide desquels on peut facilement trouver les mécanismes de structure et de fonctionnement nécessaires.

D'autre part, le lecteur trouve à la fin de chaque volume l'index alphabétique des mécanismes constitué suivant le principe de leur destination fonctionnelle.

L'indexation des sous-groupes est conservée telle qu'elle a été donnée dans les deux premiers volumes, compte tenu, il va sans dire, des mécanismes nouveaux examinés dans ce volume.

Pour toutes les questions relatives à l'usage de cet ouvrage de référence et aux particularités concernant la représentation et la description des mécanismes, l'auteur renvoie les lecteurs à la préface et à l'introduction publiées dans le premier volume de cet ouvrage de référence.

L'auteur exprime sa profonde gratitude aux collaborateurs de la chaire de Théorie des mécanismes et des machines à l'Institut polytechnique par correspondance et tout particulièrement au prof. N. Lévitski, docteur ès sciences techniques, pour l'examen soigneux du manuscrit et pour ses remarques critiques précieuses, au rédacteur scientifique, le prof. V. Zinoviev, docteur ès sciences techniques, ainsi qu'au rédacteur N. Rosalskaïa qui a préparé ce volume pour l'édition.

I. Artobolevski

Tableau 1

Index des mécanismes classés suivant leurs critères de construction et de structure

n° du groupe	I			
Dénomination du groupe	Mécanismes dentés simples			
Indice du groupe	DS			
	n° d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	nos des mécanismes
	1	Mécanismes à trois éléments d'usage général	Tr	1-56
	2	Mécanismes à quatre éléments d'usage général	Q	57-64
	3	Mécanismes avec arrêts	Ar	65-91
	4	Mécanismes servant à tracer les courbes	TC	92-96
	5	Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation	TA	97-103
	6	Mécanismes avec éléments de longueur réglable	LRg	104-106
	7	Mécanismes des accouplements	Ac	107-108
	8	Mécanismes des fixatours	Fx	109
	9	Mécanismes des griffes, des serres et des entretoises	GS	110
	10	Mécanismes des appareils de levage	AL	111
	11	Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux	DSp	112-114

nº du groupe	II			
Dénomination du groupe	Mécanismes à leviers et engrenage			
Indice du groupe	LEn			
	nº d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	nºs des mécanismes
	1	Mécanismes à quatre éléments d'usage général	Q	115-123
	2	Mécanismes à cinq éléments d'usage général	C	124-145
	3	Mécanismes à éléments multiples	M	146-177
	4	Mécanismes servant à tracer les courbes	TC	178-197
	5	Mécanismes pour opérations mathématiques	OM	198-218
	6	Mécanismes avec arrêts	Ar	219-230
	7	Mécanismes à griffe des caméras	GC	231-234
	8	Mécanismas de guidage et d'inversion	GI	235-240
	9	Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai	ME	241-244
	10	Mécanismes des machines à piston	MP	245-246
	11	Mécanismes des machines et appareils produisant des vibrations	MV	247-248
	12	Mécanismes des griffes, des serres et des entretoises	GS	249-250
	13	Mécanismes des accouplements	Ac	251-252

Tableau 1 (suite)

n° du groupe	II			
Dénomination du groupe	Mécanismes à leviers et engrenage			
Indice du groupe	LEn			
	n° d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	n^os des mécanismes
	14	Mécanismes de commutation, d'enclenchement et de déclenchement	CE	253
	15	Mécanismes avec éléments de longueur réglable	LRg	254
	16	Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux	DSp	255-288
n° du groupe	III			
Dénomination du groupe	Mécanismes à fuseau et engrenage			
Indice du groupe	FE			
	n° d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	n^os des mécanismes
	1	Mécanismes à trois éléments d'usage général	Tr	289-303
	2	Mécanismes à éléments multiples d'usage général	M	304-307
	3	Mécanismes avec arrêts	Ar	308-334

n° du groupe	III			
Dénomination du groupe	Mécanismes à fuseau et engrenage			
Indice du groupe	FE			
	n° d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	n^{os} des mécanismes
	4	Mécanismes des croix de Malte	CM	335-364
	5	Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation	TA	365-366
	6	Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux	DSp	367-371
n° du groupe	IV			
Dénomination du groupe	Mécanismes à rochet et engrenage			
Indice du groupe	RE			
	n° d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	n^{os} des mécanismes
	1	Mécanismes à trois éléments d'usage général	Tr	372-409
	2	Mécanismes à quatre éléments d'usage général	Q	410-421
	3	Mécanismes à éléments multiples d'usage général	M	422-452

nº du groupe	IV			
Dénomination du groupe	Mécanismes à rochet et engrenage			
Indice du groupe	RE			
	nº d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	nºs des mécanismes
	4	Mécanismes avec arrêts	Ar	453-457
	5	Mécanismes des régulateurs	Rg	458-464
	6	Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai	ME	465
	7	Mécanismes d'arrêt, de blocage et de verrouillage	AV	466-475
	8	Mécanismes des accouplements	Ac	476-477
	9	Mécanismes des appareils de levage	AL	478-487
	10	Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation	TA	488-492
	11	Mécanismes de commutation, d'enclenchement et de déclenchement	CE	493
	12	Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux	DSp	494-502

Tableau 1 (suite)

n° du groupe	V			
Dénomination du groupe	Mécanismes à came et engrenage			
Indice du groupe	CE			
	n° d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	n^{os} des mécanismes
	1	Mécanismes à éléments multiples d'usage général	M	503-506
	2	Mécanismes avec arrêts	Ar	507-510
	3	Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation	TA	511-513
	4	Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai	ME	514-515
	5	Mécanismes servant à tracer les courbes	TC	516
	6	Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux	DSp	517-518
n° du groupe	VI			
Dénomination du groupe	Mécanismes à vis sans fin			
Indice du groupe	VF			
	n° d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	n^{os} des mécanismes
	1	Mécanismes à trois éléments d'usage général	Tr	519-524

nº du groupe	VI			
Dénomination du groupe	Mécanismes à vis sans fin			
Indice du groupe	VF			
	nº d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	nºs des mécanismes
	2	Mécanismes à quatre éléments d'usage général	Q	525-527
	3	Mécanismes à éléments multiples d'usage général	M	528-535
	4	Mécanismes avec arrêts	Ar	536-538
	5	Mécanismes de commutation, d'enclenchement et de déclenchement	CE	539-540
	6	Mécanismes des boîtes de vitesses et des réducteurs	BV	541
	7	Mécanismes pour opérations mathématiques	OM	542-544
	8	Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai	ME	545-547
	9	Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux	DSp	548-554

nº du groupe	VII			
Dénomination du groupe	Mécanismes dentés composés			
Indice du groupe	DC			
	nº d'ordre	Sous-groupes	Indice du sous-groupe	nºs des mécanismes
	1	Mécanismes des boîtes de vitesses et des réducteurs	BV	555-581
	2	Mécanismes des boîtes de vitesses planétaires et des réducteurs	BP	582-611
	3	Mécanismes des boîtes de vitesses différentielles et des réducteurs	BD	612-637
	4	Mécanismes de transmission harmoniques	MTH	638-644
	5	Mécanismes à éléments multiples d'usage général	M	645-656
	6	Mécanismes pour opérations mathématiques	OM	657-662
	7	Mécanismes des appareils de levage	AL	663-670
	8	Mécanismes des machines et appareils produisant des vibrations	MV	671-673
	9	Mécanismes des accouplements	Ac	674-675
	10	Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai	ME	676-679
	11	Mécanismes des freins	Fr	680
	12	Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux	DSp	681-689

nº d'ordre	Indice du sous-groupe	Sous-groupes
1	MV	Mécanismes des machines et appareils produisant des vibrations
2	MTH	Mécanismes de transmission harmoniques
3	GC	Mécanismes à griffe des caméras
4	AL	Mécanismes des appareils de levage
5	BD	Mécanismes des boîtes de vitesses différentielles et des réducteurs
6	TC	Mécanismes servant à tracer les courbes
7	OM	Mécanismes pour opérations mathématiques
8	GS	Mécanismes des griffes, des serres et des entretoises
9	ME	Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai
10	BV	Mécanismes des boîtes de vitesses et des réducteurs
11	CM	Mécanismes des croix de Malte

leur mode de fonctionnement

Indice du groupe						
DS	LEn	FE	RE	CE	VF	DC
—	247-248	—	—	—	—	671-673
—	—	—	—	—	—	638-644
—	231-234	—	—	—	—	—
111	—	—	478-487	—	—	663-670
—	—	—	—	—	—	612-637
92-96	178-197	—	—	516	—	—
—	198-218	—	—	—	542-544	657-662
110	249-250	—	—	—	—	—
—	241-244	—	465	514-515	545-547	676-679
—	—	—	—	—	541	555-581
—	—	335-364	—	—	—	—

nº d'ordre	Indice du sous-groupe	Sous-groupes
12	M	Mécanismes à éléments multiples d'usage général
13	Ac	Mécanismes des accouplements
14	GI	Mécanismes de guidage et d'inversion
15	AV	Mécanismes d'arrêt, de blocage et de verrouillage
16	CE	Mécanismes de commutation, d'enclenchement et de déclenchement
17	BP	Mécanismes des boîtes de vitesse planétaires et des réducteurs
18	MP	Mécanismes des machines à piston
19	DSp	Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux
20	C	Mécanismes à cinq éléments d'usage général
21	Rg	Mécanismes des régulateurs
22	TA	Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation
23	Ar	Mécanismes avec arrêts
24	LRg	Mécanismes avec éléments de longueur réglable
25	Fr	Mécanismes des freins

Indice du groupe						
DS	LEn	FE	RE	CE	VF	DC
—	146-177	304-307	422-452	503-506	528-535	645-656
107-108	251-252	—	476-477	—	—	674-675
—	235-240	—	—	—	—	—
—	—	—	466-475	—	—	—
—	253	—	493	—	539-540	—
—	—	—	—	—	—	582-613
—	245-246	—	—	—	—	—
112-114	255-288	367-371	494-502	517-518	548-554	681-689
—	124-145	—	—	—	—	—
—	—	—	458-464	—	—	—
97-103	—	365-366	488-492	511-513	—	—
65-91	219-230	308-334	453-457	507-510	536-538	—
104-106	254	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	680

n° d'ordre	Indice du sous-groupe	Sous-groupes
26	Tr	Mécanismes à trois éléments d'usage général
27	Fx	Mécanismes des fixateurs
28	Q	Mécanismes à quatre éléments d'usage général

Tableau 2 (suite)

Indice du groupe						
DS	LEn	FE	RE	CE	VF	DC
1-56	—	289-303	372-409	—	519-524	—
109	—	—	—	—	—	—
57-64	115-123	—	410-421	—	525-527	—

I

Mécanismes dentés simples

DS

1. Mécanismes à trois éléments d'usage général Tr (1-56). 2. Mécanismes à quatre éléments d'usage général Q (57-64). 3. Mécanismes avec arrêts Ar (65-91). 4. Mécanismes servant à tracer les courbes TC (92-96). 5. Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation TA (97-103). 6. Mécanismes avec éléments de longueur réglable LRg (104-106). 7. Mécanismes des accouplements Ac (107-108). 8. Mécanismes des fixateurs Fx (109). 9. Mécanismes des griffes, des serres et des entretoises GS (110). 10. Mécanismes des appareils de levage AL (111). 11. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux DSp (112-114).

1. Mécanismes à trois éléments d'usage général (1-56)

1	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES ELLIPTIQUES	DS Tr

Les roues *1* et *2* dont les profils représentent deux ellipses identiques tournent autour des axes fixes *A* et *B* qui coïncident avec les foyers de ces ellipses. Les profils des roues *1* et *2* sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. Le rapport de transmission i_{12} à chaque position du mécanisme s'écrit

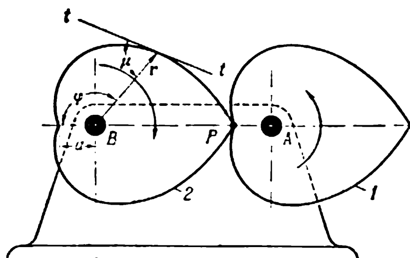
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et *P*, le point de contact des profils situé toujours sur la droite *AB* ; le signe n'entre pas en ligne de compte. Chaque fois que le mécanisme effectue un cycle complet de mouvement, le rapport de transmission moyen $i_{12} = 1$. Si l'on désigne les distances entre les centres de rotation des ellipses et leurs foyers $AF = BF_1$ par c, et les grands diamètres des ellipses $C_1D_1 = AB$ par l, la valeur du rapport de transmission changera une seule fois dans les limites de

$$i_{min} = \frac{1-k}{1+k} \quad \text{à} \quad i_{max} = \frac{1+k}{1-k},$$

où $k = c/l$. Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

2	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES LOGARITHMIQUES À UN LOBE	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le profil de chaque roue est constitué des deux parties symétriques et identiques d'une spirale logarithmique dont l'équation est

$$r = ae^{m\varphi},$$

où r est le rayon vecteur du profil; a, le rayon vecteur minimal; $m = \operatorname{cotg} \mu$ et μ, l'angle constant formé par la tangente $t - t$ avec le profil de rayon vecteur r. Les profils des roues sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} s'écrit

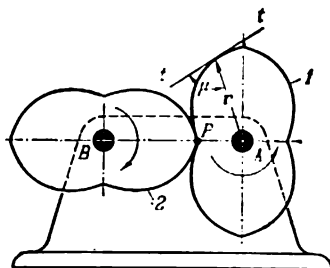
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et P, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite AB; le signe n'entre pas en ligne de compte. Chaque fois que le mécanisme effectue un cycle complet de mouvement, le rapport de transmission moyen $i_{12} = 1$. La valeur du rapport de transmission changera une seule fois dans les limites de

$$i_{\min} = \frac{1}{e^{m\pi}} \quad \text{à} \quad i_{\max} = e^{m\pi}.$$

Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

3	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES LOGARITHMIQUES À DEUX LOBES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le profil de chaque roue est constitué des quatre parties d'une spirale logarithmique, identiques et symétriques deux à deux. Les profils des roues sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} s'écrit

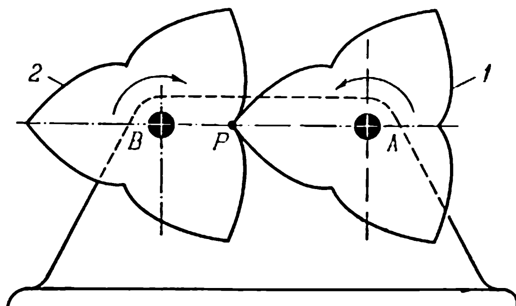
$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et *P*, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite *AB* ; le signe n'entre pas en ligne de compte. Chaque fois que le mécanisme effectue un cycle complet de mouvement, le rapport de transmission moyen $i_{12}=1$. La valeur du rapport de transmission changera deux fois dans les limites de

$$i_{\min}=\frac{1}{e^{\frac{m\pi}{2}}} \quad \text{à} \quad i_{\max}=e^{\frac{m\pi}{2}},$$

où $m=\operatorname{cotg}\mu$ et μ est l'angle constant formé par la tangente $t-t$ au profil de rayon vecteur r. Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

4	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES LOGARITHMIQUES À TROIS LOBES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le profil de chaque roue est constitué des six parties d'une spirale logarithmique, identiques et symétriques deux à deux. Les profils des roues sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} s'écrit

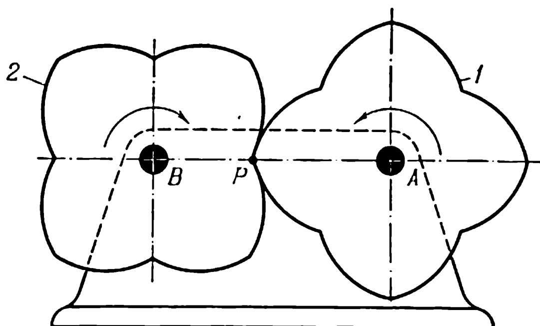
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et *P*, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite *AB*; le signe n'entre pas en ligne de compte. Chaque fois que le mécanisme effectue un cycle complet de mouvement, le rapport de transmission moyen $i_{12} = 1$. La valeur du rapport de transmission changera trois fois dans les limites de

$$i_{min} = \frac{1}{2} \quad \text{à} \quad i_{max} = 2.$$

Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

5	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES LOGARITHMIQUES À QUATRE LOBES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le profil de chaque roue est constitué des huit parties d'une spirale logarithmique, identiques et symétriques deux à deux. Les profils des roues sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} est égal à

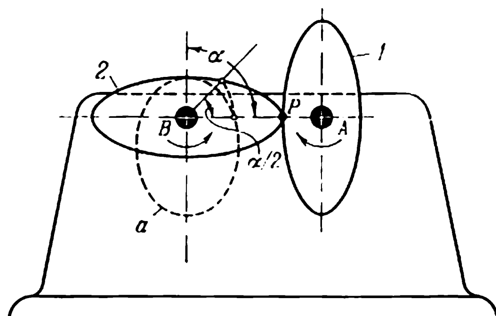
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et *P*, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite *AB*; le signe n'entre pas en ligne de compte. Chaque fois que le mécanisme effectue un cycle complet de mouvement, le rapport de transmission moyen $i_{12} = 1$. La valeur du rapport de transmission changera quatre fois dans les limites de

$$i_{12} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \text{à} \quad i_{max} = \sqrt{2}.$$

Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

6	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES OVALES À DEUX LOBES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le profil de chaque roue est constitué des deux parties identiques et symétriques d'une courbe de type ovale. On a obtenu ces parties des profils en modifiant les angles α de l'ellipse *a* dans le rapport $m = 1/2$. Les profils des roues sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} est égal à

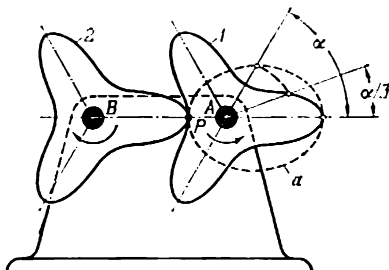
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et *P*, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite *AB* ; le signe n'entre pas en ligne de compte. Chaque fois que le mécanisme effectue un cycle complet de mouvement, le rapport de transmission $i_{12} = 1$. La valeur du rapport de transmission changera deux fois dans les limites de

$$i_{\min} = \frac{1-k}{1+k} \quad \text{à} \quad i_{\max} = \frac{1+k}{1-k}.$$

La grandeur $k = c/l$, où c est la distance entre les foyers de l'ellipse *a* et l, le grand diamètre de l'ellipse *a*. Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

7	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES OVALES À TROIS LOBES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes A et B. Le profil de chaque roue est constitué des six parties, identiques et symétriques deux à deux, d'une courbe de type ovale. Ces parties des profils sont obtenues en modifiant les angles α de l'ellipse a dans le rapport $m = 1/3$. Les profils des roues sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} est égal à

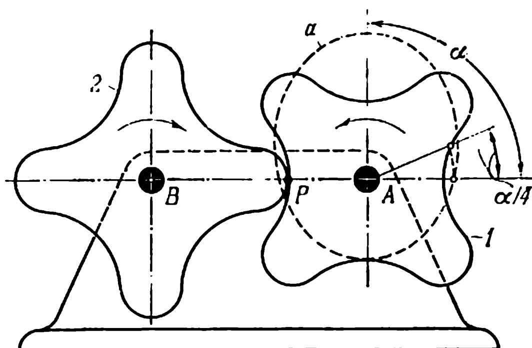
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et P, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite AB ; le signe n'entre pas en ligne de compte. Chaque fois que le mécanisme effectue un cycle complet de mouvements le rapport de transmission moyen $i_{12} = 1$. La valeur du rapport de transmission changera trois fois dans les limites de

$$i_{\min} = \frac{1-k}{1+k} \quad \text{à} \quad i_{\max} = \frac{1+k}{1-k}.$$

La grandeur $k = c/l$, où c est la distance entre les foyers de l'ellipse a et l, le grand diamètre de l'ellipse a. Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

8	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES OVALES À QUATRE LOBES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le profil de chaque roue est constitué des quatre parties, identiques et symétriques deux à deux, d'une courbe de type ovale. Ces parties des profils sont obtenues en modifiant les angles α de l'ellipse *a* dans le rapport $m = 1/4$. Les profils des roues sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} est égal à

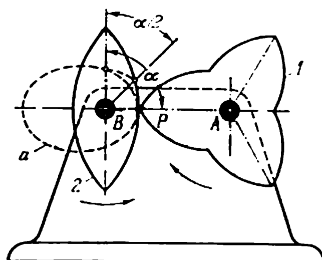
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et *P*, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite *AB* ; le signe n'entre pas en ligne de compte. Chaque fois que le mécanisme effectue un cycle complet de mouvement, le rapport de transmission moyen changera quatre fois dans les limites de

$$i_{min} = \frac{1-k}{1+k} \quad \text{à} \quad i_{max} = \frac{1+k}{1-k}.$$

La grandeur $k = c/l$, où *c* est la distance entre les foyers de l'ellipse *a* et *l*, le grand diamètre de l'ellipse. Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet.

9	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC DEUX ROUES OVALES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes A et B. Le profil de la roue *2* est constitué des quatre parties, identiques et symétriques deux à deux, d'une courbe de type ovale qu'on obtient en modifiant les angles α de l'ellipse a dans le rapport $m = 1/2$. Le profil de la roue *1* est constitué des six parties d'une courbe de type ovale qu'on obtient en modifiant dans le rapport $m = 1/3$ les angles α de l'ellipse a ayant pour foyer le point B. Les profils des roues *1* et *2* sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} est égal à

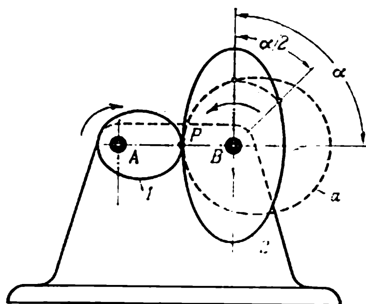
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et P, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite AB; le signe n'entre pas en ligne de compte. Pour un cycle complet de mouvement du mécanisme, le rapport de transmission moyen est égal à $i_{21} = \frac{3}{2} = 1{,}5$. Le rapport de transmission changera dans les limites de

$$i_{min} = \frac{1-k}{1+k} \quad \text{à} \quad i_{max} = \frac{1+k}{1-k}.$$

La grandeur $k = c/l$, où c est la distance entre les foyers de l'ellipse a, et l, le grand diamètre de l'ellipse. Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

10	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC DES ROUES ELLIPTIQUE ET OVALE	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes A et B. Le profil de la roue *1* est une ellipse ayant pour foyer le point A. Le profil de la roue *2* est constitué des deux parties identiques et symétriques d'une courbe de type ovale qu'on obtient en modifiant les angles α de l'ellipse a dans le rapport $m = 1/2$. Le rapport de n longueurs des profils des roues *2* et *1* est égal à $n = 2$. Les profils des roues *1* et *2* sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} est égal à

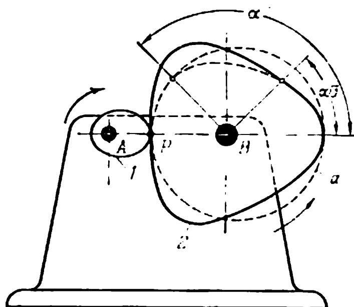
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et P, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite AB; le signe n'entre pas en ligne de compte. Chaque fois que le mécanisme effectue un cycle complet de mouvement, le rapport de transmission moyen $i_{12} = 2$. Le rapport de transmission changera dans les limites de

$$i_{\min} = \frac{l_1}{l_2} \frac{1-k_1}{1+k_2} \quad \text{à} \quad i_{\max} = \frac{l_1}{l_2} \frac{1+k_1}{1-k_2}.$$

Les grandeurs k_1 et k_2 sont respectivement égales à $k_1 = c_1/l_1$ et à $k_2 = c_2/l_2$, où c_1 et c_2 sont les distances entre les foyers de l'ellipse a et de la roue elliptique *1*, l_1 et l_2, les grands diamètres de ces ellipses. Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

11	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC DES ROUES ELLIPTIQUE ET OVALE	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le profil de la roue *1* est une ellipse ayant pour foyer le point *A*. Le profil de la roue *2* est formé des trois parties identiques et symétriques d'une courbe de type ovale qu'on obtient en modifiant les angles α de l'ellipse *a* dans le rapport $m = 1/3$. Le rapport des longueurs des profils des roues *2* et *1* est $n = 3$. Les profils des roues *1* et *2* sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. A chaque position du mécanisme le rapport de transmission i_{12} est égal à

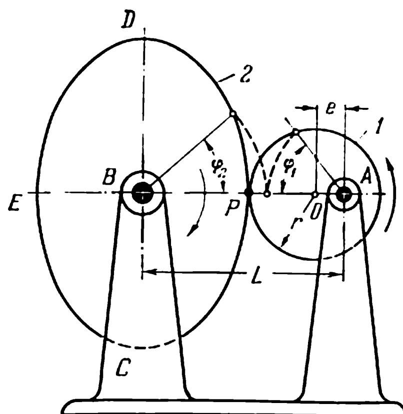
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et *P*, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite *AB*; le signe n'entre pas en ligne de compte. Pour un cycle complet de mouvement du mécanisme, le rapport de transmission moyen est égal à $i_{12} = 3$. Le rapport de transmission changera dans les limites de

$$i_{min} = \frac{l_1}{l_2} \frac{1-k_1}{1+k_2} \quad \text{à} \quad i_{max} = \frac{l_1}{l_2} \frac{1+k_1}{1-k_2}.$$

Les grandeurs k_1 et k_2 sont respectivement égales à $k_1 = c_1/l_1$ et à $k_2 = c_2/l_2$, où c_1 et c_2 sont les distances entre les foyers de l'ellipse *a* et de la roue elliptique *1*, et l_1 et l_2, les grands diamètres de ces ellipses. Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement.

12	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC DES ROUES RONDE ET NON RONDE	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le profil de la roue *1* est une circonférence de centre *O*. Le profil de la roue *2* est constitué de deux courbes identiques et symétriques *DPC* et *DEC*. L'entr'axe *L* satisfait à la condition

$$L \approx r(1+i)\left[1-\frac{(i-2)\,\varepsilon^2}{4i}+\frac{(-3i^3+2i^2+12i+24)\,\varepsilon^4}{64i^3}\right],$$

où r est le rayon de la roue ronde *1*, $\varepsilon = e/r$ est le rapport entre l'excentricité e et le rayon r, i est le rapport de transmission moyen égal à $i = i_{12} = 1, 2, 3, 4, \ldots$ Les angles φ_1 et φ_2 de rotation des centroïdes *1* et *2* sont liés par la relation

$$\varphi_2 = \int_{\varphi_2}^{\varphi_1} \frac{\sqrt{r^2 - e^2\sin^2\varphi_1} - e\cos\varphi_1}{L - \sqrt{r^2 - e^2\sin^2\varphi_1} + e\cos\varphi_1}\, d\varphi_1 .$$

12	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC DES ROUES RONDE ET NON RONDE;	DS Tr

Les profils des roues *1* et *2* sont des centroïdes lorsque ces roues sont en mouvement relatif. Le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{BP}{AP},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2* et P, le point de contact des profils, toujours situé sur la droite AB; le signe n'entre pas en ligne de compte. Le rapport de transmission i_{12}, exprimé dans les paramètres des roues, est égal à

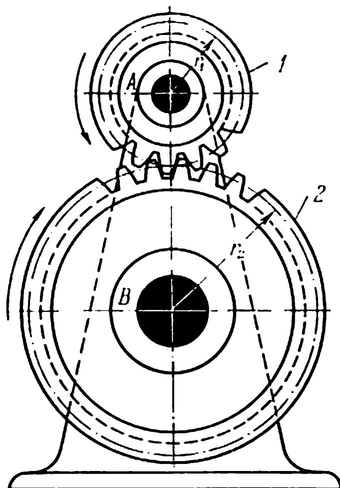
$$i_{12}=\frac{L}{\sqrt{r^2-e^2\sin^2\varphi_1}-e\cos\varphi_1}-1.$$

Le rapport de transmission i_{12} changera dans les limites de

$$i_{min}=\frac{1-\varepsilon}{m-(1-\varepsilon)} \quad \text{à} \quad i_{max}=\frac{1+\varepsilon}{m-(1+\varepsilon)},$$

où $m = L/r$. Les profils des roues *1* et *2* sont munis de dents afin que le mécanisme soit en mesure d'effectuer un cycle complet de mouvement. Le rapport de transmission moyen du mécanisme considéré est $i_{12} = 2$. Les longueurs des arcs de cercle DPC et DEC sont égales à $2\pi r$.

13	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES CYLINDRIQUES RONDES À DENTURE EXTÉRIEURE	DS Tr

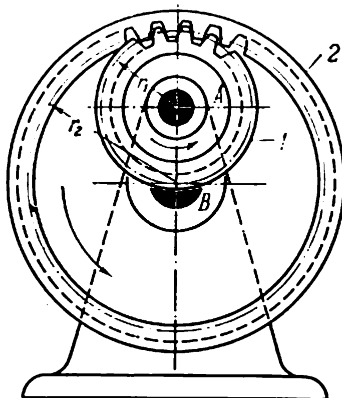


Les roues *1* et *2* tournent dans les sens différents autour des axes fixes *A* et *B*. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme, compte tenu des signes des vitesses angulaires ω_1 et ω_2 des roues *1* et *2*, est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{r_2}{r_1} = -\frac{z_2}{z_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2* et z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*.

14	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES CYLINDRIQUES RONDES À DENTURE INTÉRIEURE	DS Tr

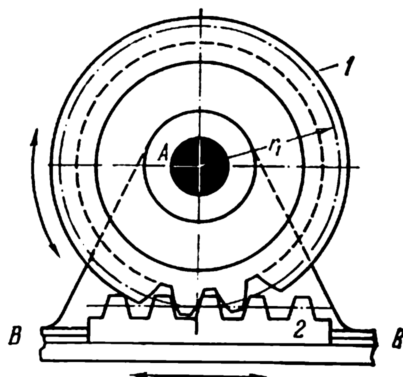


Les roues *1* et *2* tournent dans le même sens autour des axes fixes *A* et *B*. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme, compte tenu des signes des vitesses angulaires ω_1 et ω_2 des roues *1* et *2*, est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{z_2}{z_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2* et z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*.

15	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC UNE ROUE CYLINDRIQUE RONDE ET UNE CRÉMAILLÈRE	DS Tr



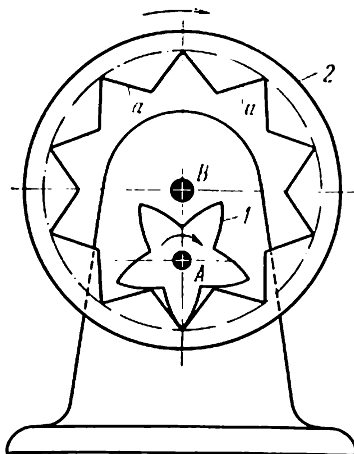
La roue *1* tourne autour d'un axe fixe A. La crémaillère *2* est animée d'un mouvement de translation dans les guides fixes $B - B$.

La vitesse v_2 de la crémaillère *2* est égale à

$$v_2 = \omega_1 r_1,$$

où ω_1 est la vitesse angulaire de la roue *1*, et r_1, le rayon de son cercle primitif.

16	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC UNE ROUE À DENTURE DROITE	DS Tr



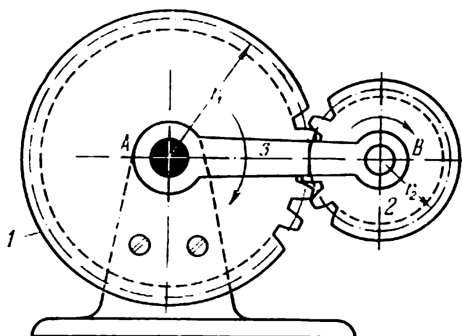
La roue *1*, mobile autour d'un axe fixe A, est en engrenage intérieur avec la roue *2* mobile autour d'un axe fixe B. Les profils des dents a de la roue *2* sont exécutés suivant les segments des lignes droites.

Le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{z_2}{z_1}=2,$$

où ω_1, ω_2 et n_1, n_2 sont les vitesses angulaires et les nombres de tours des roues *1* et *2*, et z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*.

17	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUES CYLINDRIQUES RONDES À DENTURE EXTÉRIEURE	DS Tr

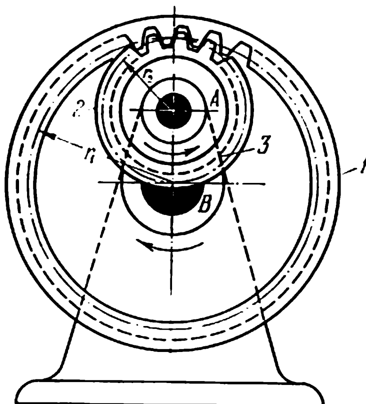


La roue *1* est rendue solidaire du support. La roue *2* tourne sur l'axe *B* du porte-satellites *3*, mobile autour d'un axe fixe *A*. Le rapport de transmission i_{23} du mécanisme, compte tenu des signes des vitesses angulaires ω_2 et ω_3 de la roue *2* et du porte-satellites *3*, est égal à

$$i_{23}=\frac{\omega_2}{\omega_3}=1+\frac{r_1}{r_2}=1+\frac{z_1}{z_2},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*, et z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*. Les trajectoires des points isolés de la roue *2* sont des épicycloïdes.

18	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUES CYLINDRIQUES RONDES À DENTURE INTÉRIEURE	DS Tr

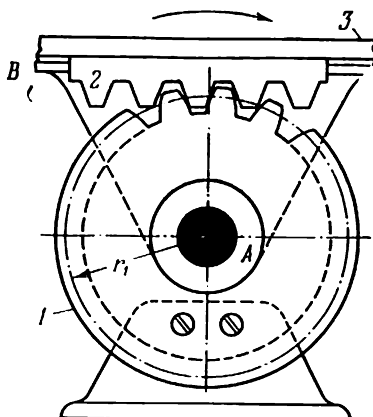


La roue *1* est rendue solidaire du support. La roue *2* tourne sur l'axe *A* du porte-satellites *3* pivotant autour d'un axe fixe *B*. Le rapport de transmission i_{23} du mécanisme, compte tenu des signes des vitesses angulaires ω_2 et ω_3 de la roue *2* et du porte-satellites *3*, est égal à

$$i_{23} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = 1 - \frac{r_1}{r_2} = 1 - \frac{z_1}{z_2},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*, et z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*. Les trajectoires des points isolés de la roue *2* sont des hypocycloïdes.

19	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC UNE ROUE CYLINDRIQUE RONDE ET UNE CRÉMAILLÈRE	DS Tr

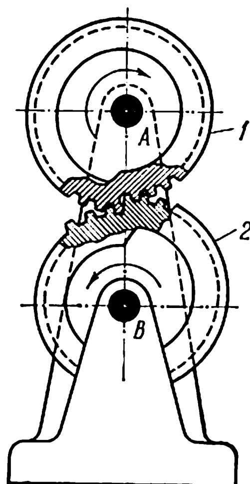


La roue *1* est rendue solidaire du support. La crémaillère *2* coulisse dans les guides *B — B* du porte-satellites *3*, mobile autour d'un axe fixe *A*. La vitesse angulaire ω_2 de la crémaillère est égale à la vitesse angulaire ω_3 du porte-satellites *3*. La vitesse de glissement v de la crémaillère *2* dans les guides *B — B* est égale à

$$v = \omega_2 r_1,$$

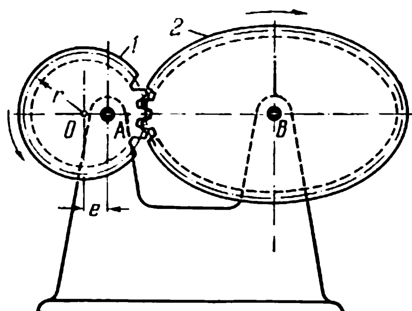
où r_1 est le rayon du cercle primitif de la roue *1*. Les trajectoires des points isolés de la crémaillère *2* sont les développantes d'un cercle de rayon r_1.

20	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUES SPIROÏDALES NON RONDES	DS Tr



Les roues dentées non rondes *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Les centroïdes des roues représentent deux spirales identiques. Lorsque la roue menante *1* est en rotation uniforme, la roue menée *2* tourne de façon non uniforme. Au moment où l'engrenage passe du bout de la spirale à son origine il se produit un choc entre les éléments *1* et *2*.

21	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC DES ROUES RONDE ET NON RONDE	DS Tr



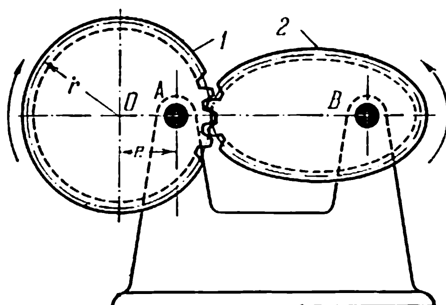
Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le centre *O* de la roue *1* est disposé de façon excentrique par rapport à l'axe de rotation *A*, la valeur de l'excentricité étant égale à *e*. Le rayon du cercle primitif de la roue *1* est égal à *r*. La longueur du profil de la centroïde de la roue *2* est $4\pi r$. Pour un cycle complet de mouvement du mécanisme, la grandeur du rapport de transmission moyen est égale à

$$i_{12}=\frac{z_2}{z_1}=2,$$

où z_1 et z_2 sont les nombres de dents des roues *1* et *2*. Le rapport de transmission changera deux fois dans les limites suivantes:

de $i_{min} = 1{,}73$ à $i_{max} = 2{,}33$ pour $e = 0{,}1r$;
de $i_{min} = 1{,}57$ à $i_{max} = 2{,}60$ pour $e = 1/6r$;
de $i_{min} = 1{,}50$ à $i_{max} = 2{,}75$ pour $e = 0{,}2r$;
de $i_{min} = 1{,}40$ à $i_{max} = 3{,}00$ pour $e = 1/4r$;
de $i_{min} = 1{,}31$ à $i_{max} = 3{,}29$ pour $e = 0{,}3r$;
de $i_{min} = 1{,}25$ à $i_{max} = 3{,}50$ pour $e = 1/3r$;
de $i_{min} = 1{,}14$ à $i_{max} = 4{,}00$ pour $e = 0{,}4r$;
de $i_{min} = 1{,}00$ à $i_{max} = 5{,}00$ pour $e = 0{,}5r$;
de $i_{min} = 0{,}88$ à $i_{max} = 6{,}50$ pour $e = 0{,}6r$;
de $i_{min} = 0{,}80$ à $i_{max} = 8{,}00$ pour $e = 2/3r$;
de $i_{min} = 0{,}77$ à $i_{max} = 9{,}00$ pour $e = 0{,}7r$;
de $i_{min} = 0{,}72$ à $i_{max} = 11{,}00$ pour $e = 3/4r$.

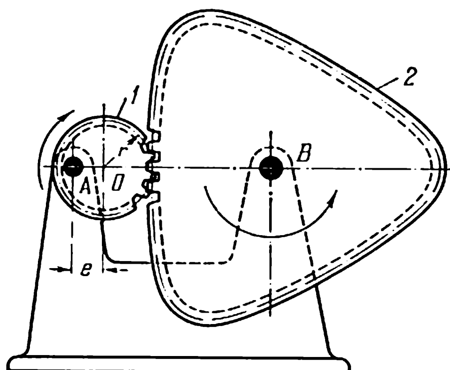
22	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC DES ROUES RONDE ET NON RONDE	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le centre *O* de la roue *1* est disposé de façon excentrique par rapport à l'axe de rotation *A*, la valeur de l'excentricité étant égale à *e*. Le rayon du cercle primitif de la roue *1* est égal à *r*. La longueur du profil de la centroïde de la roue *2* est égale à $2\pi r$. Pour un cycle complet de mouvement du mécanisme, le rapport de transmission moyen $i_{12} = \frac{z_2}{z_1} = 1$, où $z_1 = z_2$ sont les nombres de dents des roues *1* et *2*. Le rapport de transmission changera une fois dans les limites suivantes:

de $i_{min} = 0{,}82$ à $i_{max} = 1{,}23$ pour $e = 0{,}1r$;
de $i_{min} = 0{,}73$ à $i_{max} = 1{,}41$ pour $e = 1/6r$;
de $i_{min} = 0{,}68$ à $i_{max} = 1{,}53$ pour $e = 0{,}2r$;
de $i_{min} = 0{,}63$ à $i_{max} = 1{,}71$ pour $e = 1/4r$;
de $i_{min} = 0{,}57$ à $i_{max} = 1{,}92$ pour $e = 0{,}3r$;
de $i_{min} = 0{,}54$ à $i_{max} = 2{,}08$ pour $e = 1/3r$;
de $i_{min} = 0{,}49$ à $i_{max} = 2{,}47$ pour $e = 0{,}4r$;
de $i_{min} = 0{,}42$ à $i_{max} = 3{,}25$ pour $e = 0{,}5r$;
de $i_{min} = 0{,}36$ à $i_{max} = 4{,}45$ pour $e = 0{,}6r$;
de $i_{min} = 0{,}33$ à $i_{max} = 5{,}67$ pour $e = 2/3r$;
de $i_{min} = 0{,}32$ à $i_{max} = 6{,}48$ pour $e = 0{,}7r$;
de $i_{min} = 0{,}30$ à $i_{max} = 8{,}13$ pour $e = 3/4r$.

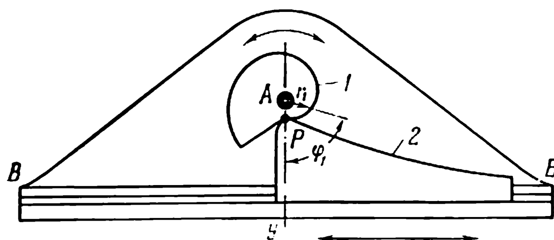
23	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC DES ROUES RONDE ET NON RONDE	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Le centre *O* de la roue *1* est disposé de façon excentrique par rapport à l'axe de rotation *A*, la valeur de l'excentricité étant égale à *e*. Le rayon du cercle primitif de la roue *1* est égal à *r*. La longueur du profil de la centroïde de la roue *2* est égale à $6\pi r$. Pour un cycle complet de mouvement du mécanisme, le rapport de transmission moyen est égal à $i_{12} = \frac{z_2}{z_1} = 3$, où z_1 et z_2 sont les nombres de dents des roues *1* et *2*. Le rapport de transmission changera trois fois dans les limites suivantes:

de $i_{min} = 2{,}65$ à $i_{max} = 3{,}44$ pour $e = 0{,}1r$;
de $i_{min} = 2{,}42$ à $i_{max} = 3{,}79$ pour $e = 1/6r$;
de $i_{min} = 2{,}32$ à $i_{max} = 3{,}98$ pour $e = 0{,}2r$;
de $i_{min} = 2{,}18$ à $i_{max} = 4{,}31$ pour $e = 1/4r$;
de $i_{min} = 2{,}05$ à $i_{max} = 4{,}67$ pour $e = 0{,}3r$;
de $i_{min} = 1{,}97$ à $i_{max} = 4{,}94$ pour $e = 1/3r$;
de $i_{min} = 1{,}81$ à $i_{max} = 5{,}58$ pour $e = 0{,}4r$;
de $i_{min} = 1{,}61$ à $i_{max} = 6{,}83$ pour $e = 0{,}5r$;
de $i_{min} = 1{,}42$ à $i_{max} = 8{,}70$ pour $e = 0{,}6r$;
de $i_{min} = 1{,}31$ à $i_{max} = 10{,}6$ pour $e = 2/3r$;
de $i_{min} = 1{,}26$ à $i_{max} = 11{,}8$ pour $e = 0{,}7r$;
de $i_{min} = 1{,}18$ à $i_{max} = 16{,}3$ pour $e = 3/4r$.

24	MÉCANISME CENTROÏDAL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC UNE ROUE NON RONDE ET UNE CRÉMAILLÈRE	DS Tr



La roue *1* tourne autour d'un axe fixe A. La crémaillère *2* effectue un mouvement de translation dans le guide rectiligne fixe $B - B$. Les profils de la roue *1* et de la crémaillère *2* sont des centroïdes lorsque cette roue et cette crémaillère sont en mouvement relatif. L'angle de rotation φ_1 et la vitesse angulaire ω_1 de la roue *1* sont liés au déplacement s_2 et à la vitesse v_2 de la crémaillère *2* par la relation

$$\frac{v_2}{\omega_1} = \frac{ds_2}{d\varphi_1} = AP,$$

où P est le point de contact des profils, toujours situé sur la droite Ay perpendiculaire à l'axe du guide $B - B$. Dans le mécanisme considéré, le profil de la roue *1* est formé par une partie de la spirale d'Archimède qui a pour équation

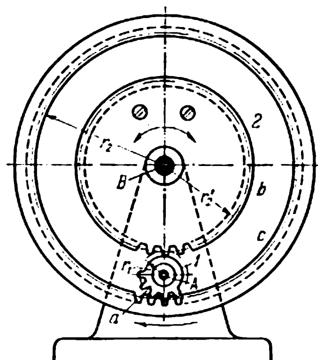
$$r_1 = 2a\varphi_1,$$

où r_1 est le rayon vecteur de la spirale et a, la constante de la spirale. Le déplacement s_2 de la crémaillère *2* est égal à

$$s_2 = a\varphi_1^2,$$

c.-à-d. que le mécanisme reproduit une relation quadratique, et le profil de la crémaillère *2* sera formé par une partie de parabole.

25	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUE MENÉE À ROTATION ALTERNÉE	DS Tr



La roue *1*, ayant la forme d'un secteur denté *a*, tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue *2*, dont la surface intérieure *b* et la surface extérieure c sont munies de dents, tourne autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la roue *1* tourne dans le même sens, la roue menée *2* tournera alternativement dans les deux sens. L'angle φ_2 de rotation de la roue *2* dans le sens des aiguilles d'une montre est égal à

$$\varphi_2 = \frac{r_1}{r_2}\varphi_1,$$

et l'angle φ_2' de rotation de la roue *2* dans le sens contraire aux aiguilles d'une montre est égal à

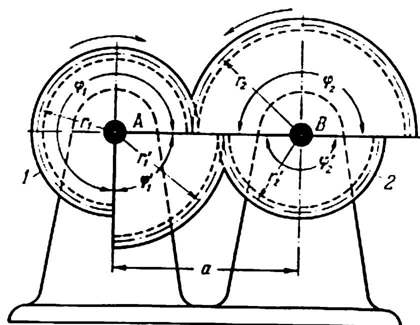
$$\varphi_2' = \frac{r_1}{r_2'}\varphi_1,$$

où r_1, r_2 et r_2' sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*, et φ_1, l'angle de rotation de la roue *1*. L'angle φ_2' est plus grand que l'angle φ_2 dans le rapport r_2/r_2', c.-à-d.

$$\varphi_2' = \frac{r_2}{r_2'}\varphi_2.$$

Pour obtenir que la roue *2* tourne de façon continue et ne fasse des arrêts que dans ses positions extrêmes, on s'arrangera pour que le secteur denté de la roue *1* entre en prise avec l'engrenage intérieur c immédiatement après avoir désengrené de l'engrenage extérieur *b*. Pour éviter les chocs au moment de l'engrènement, on a pourvu le mécanisme de profils conjugués supplémentaires engendrés suivant les courbes spéciales.

26	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC RAPPORT DE TRANSMISSION À DEUX ÉTAGES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Chaque roue est composée de deux secteurs dentés, les rayons de leurs cercles primitifs étant respectivement égaux aux r_1, r'_1 et r_2, r'_2.

Compte tenu des signes des vitesses angulaires, le rapport de transmission du mécanisme changera deux fois et sera égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=-\frac{r_2}{r_1}=-\frac{z_2}{z_1} \quad \text{et} \quad i'_{12}=\frac{\omega'_1}{\omega'_2}=-\frac{r'_2}{r'_1}=-\frac{z'_2}{z'_1},$$

où ω_1, ω'_1 et ω_2, ω'_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2*, et z_1, z'_1 et z_2, z'_2, les nombres de dents des secteurs.

Les rayons des secteurs sont liés aux angles φ_1, $\varphi'_1 = 2\pi - \varphi_1$, φ_2 et $\varphi'_2 = 2\pi - \varphi_2$ par les conditions

$$r_1=\frac{a\varphi_2}{\varphi_1+\varphi_2}, \quad r'_1=\frac{a\varphi'_2}{\varphi'_1+\varphi'_2}, \quad r_2=\frac{a\varphi_1}{\varphi_1+\varphi_2}$$

et

$$r'_2=\frac{a\varphi'}{\varphi'_1+\varphi'_2},$$

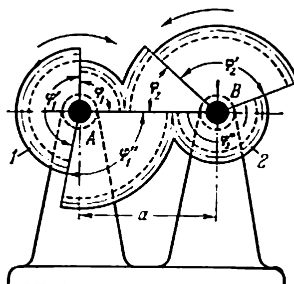
où a est l'entr'axe. Dans le mécanisme considéré, $\varphi_1 = 3\varphi'_1$ et $\varphi_2 = \varphi'_2$, donc $r_1 = 0{,}4\ a$, $r_2 = 0{,}6\ a$, $r'_1 = 0{,}67\ a$ et $r'_2 = 0{,}33\ a$.

Pour éviter les chocs au moment de passage de l'engrènement d'une paire de secteurs dentés à l'autre, on a pourvu les secteurs dentés de profils conjugués supplémentaires engendrés suivant les courbes spéciales.

27

MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC RAPPORT DE TRANSMISSION À TROIS ÉTAGES

DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Chaque roue est composée de trois secteurs dentés. Les rayons de leurs cercles primitifs égalent respectivement r_1, r_1', r_1'' et r_2, r_2', r_2''. Le rapport de transmission du mécanisme, compte tenu des signes des vitesses angulaires, changera trois fois et sera égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=-\frac{r_2}{r_1}=-\frac{z^2}{z^1}, \quad i_{12}'=\frac{\omega_1'}{\omega_2'}=-\frac{r_2'}{r_1'}=-\frac{z_2'}{z_1'}$$

et

$$i_{12}''=\frac{\omega_1''}{\omega_2''}=-\frac{r_2''}{r_1''}=-\frac{z_2''}{z_1''},$$

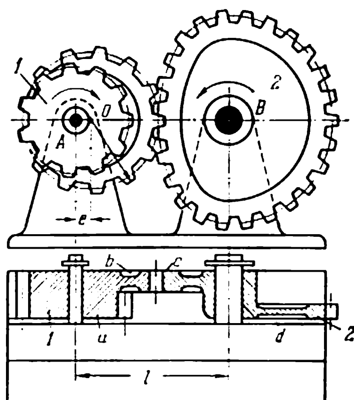
où ω_1, ω_1', ω_1'' et ω_2, ω_2', ω_2'' sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2*, et z_1, z_1', z_1'' et z_2, z_2', z_2'', les nombres de dents des secteurs. Les rayons des secteurs sont liés aux angles φ_1, φ_1', φ_1'' et φ_2, φ_2', φ_2'' par les conditions suivantes

$$r_1=\frac{a\varphi_2}{\varphi_1+\varphi_2}, \quad r_1'=\frac{a\varphi_2'}{\varphi_1'+\varphi_2'}, \quad r_1''=\frac{a\varphi_2''}{\varphi_1''+\varphi_2''},$$

$$r_2=\frac{a\varphi_1}{\varphi_1+\varphi_2}, \quad r_2'=\frac{a\varphi_1'}{\varphi_1'+\varphi_2'} \quad \text{et} \quad r_2''=\frac{a\varphi_1''}{\varphi_1''+\varphi_2''},$$

où a est l'entr'axe. Pour éviter les chocs au moment de passage de l'engrènement d'une paire de secteurs dentés à l'autre, on a pourvu les secteurs dentés de profils conjugués supplémentaires engendrés suivant les courbes spéciales.

28	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES RONDES ET NON RONDES JUMELÉES	DS Tr

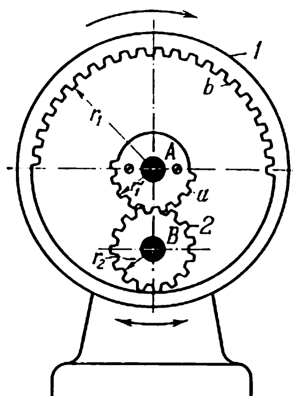


Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue jumelée *1* se compose des roues rondes *a* et *b*. Le centre géométrique de la roue *a* coïncide avec l'axe *A*. Le centre géométrique *O* de la roue *b* a une excentricité *e*. La roue *2* est composée de la moitié d'une roue non ronde *c* et de la moitié d'une roue ronde *d*. Pour deux tours de la roue *1*, la roue *2* effectue un tour et le rapport de transmission moyen du mécanisme $i_{12} = 2$. Si ce sont les parties *a* et *d* des roues *1* et *2* qui sont en prise, le rapport de transmission i_{12} est constant et est tel que $i_{12} = 2$. Si ce sont les parties *b* et *c* des roues *1* et *2* qui sont en prise, le rapport de transmission i_{12} varie dans les limites de

$$i_{\min} = \frac{1-\varepsilon}{m-(1-\varepsilon)} \quad \text{à} \quad i_{\max} = \frac{1+\varepsilon}{m-(1+\varepsilon)}.$$

Les grandeurs ε et m sont égales à $\varepsilon = \frac{e}{r_1}$ et $m = \frac{l}{r_1}$, où r_1 est le rayon du cercle primitif de la roue *b* et *l*, l'entr'axe.

29	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUE MENÉE À ROTATION ALTERNÉE	DS Tr



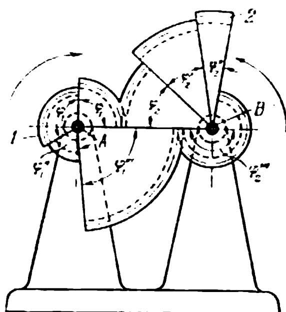
La roue jumelée *1* qui est munie de dents disposées sur les demi-circonférences extérieure *a* et intérieure *b* tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue *2* tourne autour d'un axe fixe *B*. Les rayons r_1, r_1' et r_2 des cercles primitifs des roues *1* et *2* satisfont à la condition $r_1 = 3r_1' = 3r_2$. Lorsque la roue *1* tourne dans la même direction, la roue menée *2* tournera alternativement dans deux directions opposées. L'angle de rotation φ_2' de la roue *2* dans le sens des aiguilles d'une montre est égal à

$$\varphi_2' = 3\varphi_1,$$

et l'angle φ_2 de rotation de la roue *2* dans le sens inverse des aiguilles d'une montre est égal à $\varphi_2 = \varphi_1$.

Pour obtenir que la roue *2* tourne de façon continue et ne fasse des arrêts que dans ses positions extrêmes, il faut que la roue *2*, une fois dégagée de l'engrenage *a*, entre immédiatement en prise avec l'engrenage *b*. Pour éviter les chocs au moment de l'engrènement, on a pourvu le mécanisme de profils conjugués supplémentaires engendrés suivant les courbes spéciales.

30	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC RAPPORT DE TRANSMISSION À QUATRE ÉTAGES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes A et B. Chaque roue est composée de quatre secteurs dentés. Les rayons de leurs cercles primitifs égalent respectivement r_1, r_1', r_1'', r_1''' et r_2, r_2', r_2'', r_2'''. Compte tenu des signes des vitesses angulaires, le rapport de transmission du mécanisme changera quatre fois de valeur et sera égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=-\frac{r_2}{r_1}=-\frac{z_2}{z_1},\quad i_{12}'=\frac{\omega_1'}{\omega_2'}=-\frac{r_2'}{r_1'}=-\frac{z_2'}{z_1'},$$

$$i_{12}''=\frac{\omega_1''}{\omega_2''}=-\frac{r_2''}{r_1''}=-\frac{z_2''}{z_1''}\quad \text{et}\quad i_{12}'''=\frac{\omega_1'''}{\omega_2'''}=-\frac{r_2'''}{r_1'''}=-\frac{z_2'''}{z_1'''},$$

où $\omega_1, \omega_1', \omega_1'', \omega_1'''$ et $\omega_2, \omega_2', \omega_2'', \omega_2'''$ sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2*, z_1, z_1', z_1'', z_1''' et z_2, z_2', z_2'', z_2''', les nombres de dents des secteurs. Les rayons des secteurs sont liés aux angles $\varphi_1, \varphi_1', \varphi_1'', \varphi_1'''$ et $\varphi_2, \varphi_2', \varphi_2'', \varphi_2'''$ par les conditions

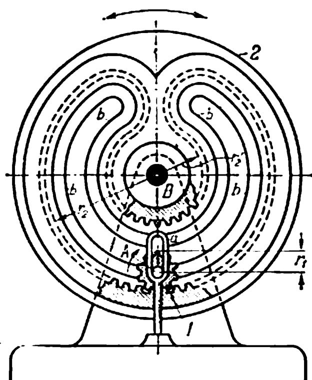
$$r_1=\frac{a\varphi_2}{\varphi_1+\varphi_2},\quad r_1'=\frac{a\varphi_2'}{\varphi_1'+\varphi_2'},\quad r_1''=\frac{a\varphi_2''}{\varphi_1''+\varphi_2''},$$

$$r_1'''=\frac{a\varphi_2'''}{\varphi_1'''+\varphi_2'''},\quad r_2=\frac{a\varphi_1}{\varphi_1+\varphi_2},\quad r_2'=\frac{a\varphi_1'}{\varphi_1'+\varphi_2'},$$

$$r_2''=\frac{a\varphi_1''}{\varphi_1''+\varphi_2''}\quad \text{et}\quad r_2'''=\frac{a\varphi_1'''}{\varphi_1'''+\varphi_2'''},$$

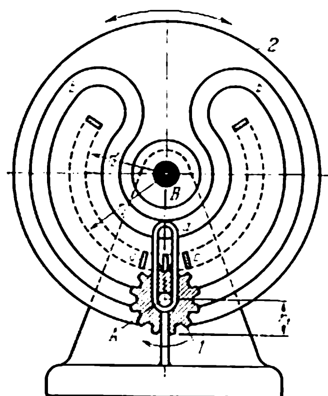
où a est l'entr'axe. Pour éviter les chocs au moment de passage de l'engrènement d'une paire de secteurs dentés à l'autre, on a muni les secteurs de profils conjugués supplémentaires engendrés suivant les courbes spéciales.

31	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUE MENÉE PROFILÉE À ROTATION ALTERNATIVE	DS Tr



Le tourillon *A* de la roue *1* glisse dans un guidage rectiligne fixe *a*. La roue *2* à rainure profilée *b* tourne autour d'un axe fixe *B*. Les dents de la roue *2* sont disposées le long de la rainure *b*. Lorsque la roue *1* tourne et l'axe *A* est à sa position inférieure dans le guidage *a*, les roues *1* et *2* engrènent intérieurement et les sens de rotation de ces roues coïncident. Lorsque l'axe *A* est à sa position supérieure dans le guidage *a*, les roues *1* et *2* engrènent extérieurement et les sens de rotation de ces roues sont inverses. De ce fait la roue *2* effectuera des rotations incomplètes dans les sens opposés, ne marquant des arrêts qu'à ses positions limites. Lorsque la rainure *b* glissera sur le tourillon *A* par sa partie extérieure, la rotation de la roue *2* s'effectuera à une vitesse angulaire $\omega_2 = \omega_1 \frac{r_1}{r_2}$, et lorsque la rainure *b* glissera sur le tourillon *A* par sa partie intérieure, elle s'effectuera à une vitesse angulaire $\omega_2' = \omega_1 \frac{r_1}{r_2'}$, où r_1 est le rayon du cercle primitif de la roue *1*, r_2 et r_2', les rayons des cercles primitifs des parties de la roue *2* à dentures intérieure et extérieure, et ω_1, la vitesse angulaire de la roue *1*.

32	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUE MENÉE PROFILÉE À ROTATION ALTERNATIVE	DS Tr

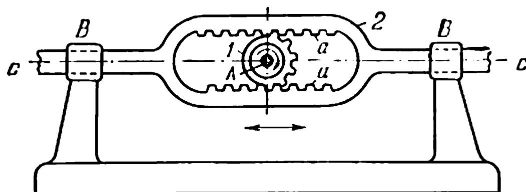


Le tourillon A de la roue *1* glisse dans un guidage rectiligne fixe a. La roue *2* à rainure profilée b tourne autour d'un axe fixe B. Les dents de la roue *2* sont disposées à l'intérieur de la rainure b. Lorsque la roue *1* tourne et le tourillon A est à sa position inférieure dans le guidage a, les roues *1* et *2* engrènent extérieurement et leur rotation s'effectue en sens inverse. Lorsque l'axe A est à sa position supérieure dans le guidage a, les roues *1* et *2* engrènent intérieurement et leur rotation s'effectue dans le même sens. La roue *2* effectuera donc des rotations incomplètes dans les sens inverses, ne marquant des arrêts qu'à ses positions limites. Lorsque la rainure b glissera sur le tourillon A par sa partie extérieure, la rotation de la roue *2* s'effectuera à une vitesse angulaire $\omega_2 = \omega_1 \frac{r_1}{r_2}$, et lorsque la rainure glissera sur le tourillon A par sa partie intérieure, elle s'effectuera à une vitesse angulaire

$$\omega_2' = \omega_1 \frac{r_1}{r_2'} ,$$

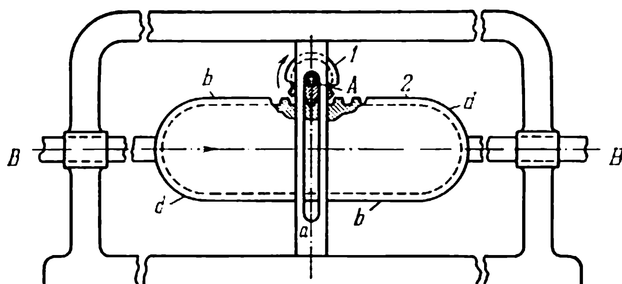
où r_1 est le rayon du cercle primitif de la roue *1*, r_2 et r_2', les rayons des cercles primitifs des parties de la roue *2* à dentures intérieure et extérieure, et ω_1, la vitesse angulaire de la roue *1*.

33	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE À DOUBLE FACE	DS Tr



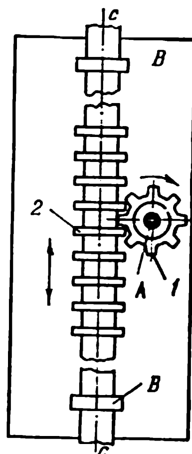
La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément *2*, se déplaçant d'un mouvement de translation le long d'un axe *c — c* dans un guidage fixe *B — B*, présente une crémaillère à double face *a*. Les dents de la roue *1* sont placées sur un côté du cercle primitif. Lorsque la roue *1* tourne de façon continue dans le même sens, ses dents engrènent alternativement avec les dents de la crémaillère *a*, en imprimant à l'élément *2* un mouvement de translation à droite et à gauche. L'élément *2* marque des arrêts à ses positions limites.

34	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE PROFILÉE	DS Tr



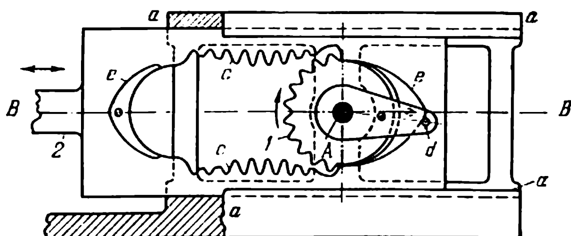
La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. L'arbre de la roue *1* coulisse dans une rainure fixe *a*. La crémaillère profilée *2*, animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *B — B*, comporte des parties de trajet rectilignes *b* et circulaires *d*. Lorsque la roue *1* tourne de façon continue dans le même sens, ses dents engrènent avec les différentes parties de la crémaillère profilée *2* en communiquant à cette dernière un mouvement de translation à droite et à gauche. Les parties circulaires *d* de la crémaillère profilée assurent un passage plus régulier de l'engrenage de la partie supérieure *b* de la crémaillère à sa partie inférieure *b*.

35	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE CIRCULAIRE	DS Tr



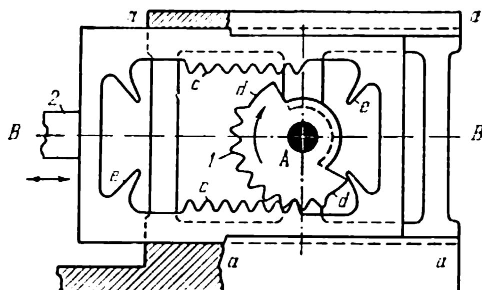
La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. La crémaillère *2* a la forme d'un cylindre comportant des dents circulaires. Lorsque la roue *1* est en rotation, la crémaillère *2* effectue un mouvement de translation le long de l'axe *c — c* dans un guidage cylindrique *B — B*. Pendant le fonctionnement du mécanisme, la rotation de la crémaillère *2* autour de l'axe *c — c* est possible.

36	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE À DOUBLE FACE ET CAMES DE SÉCURITÉ	DS Tr



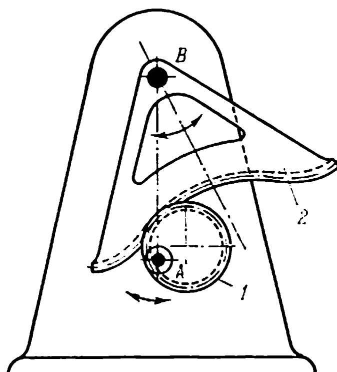
La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément *2* effectue un mouvement de translation le long de l'axe *B* — *B* dans un guidage fixe *a* — *a*. Les dents de la roue *1* sont placées sur une moitié du cercle primitif. L'élément *2* comporte une crémaillère à double face *c*. Lorsque la roue *1* tourne de façon continue dans le même sens, ses dents engrènent alternativement avec les dents de la crémaillère *c*, en communiquant à l'élément *2* un mouvement de translation à droite et à gauche. Pour éviter les chocs chaque fois que le mouvement de l'élément *2* change de sens, on a pourvu la roue *1* d'un doigt *d* qui coulisse sur les cames profilées *e* de l'élément *2*.

37	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE À DOUBLE FACE ET DENTS DE SÉCURITÉ	DS Tr



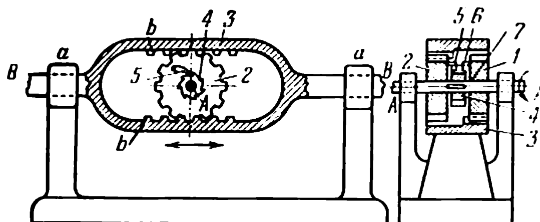
La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément *2* effectue un mouvement de translation le long de l'axe *B — B* dans un guidage fixe *a — a*. Les dents de la roue *1* sont placées sur une partie du cercle primitif. L'élément *2* comporte une crémaillère à double face *c*. Lorsque la roue *1* tourne de façon continue dans le même sens, ses dents engrènent alternativement avec les dents de la crémaillère *c* et communiquent à l'élément *2* un mouvement de translation à droite et à gauche. Pour éviter les chocs chaque fois que le mouvement de l'élément *2* change de sens, on a muni la roue *1* de doigts profilés *d* qui entrent en prise avec les dents de la crémaillère *e*.

38	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE CURVILIGNE OSCILLANTE ET ROUE RONDE	DS Tr



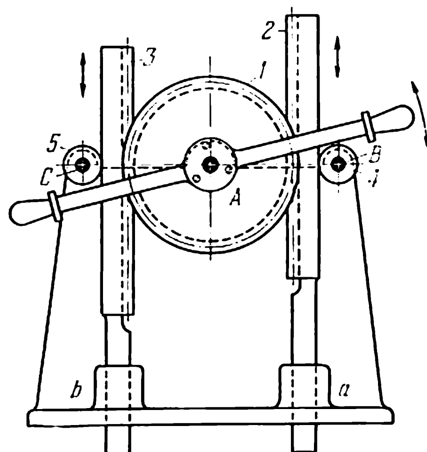
La roue ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A* disposé de façon excentrique, entre en prise avec une crémaillère curviligne *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la roue *1* tourne dans des sens opposés, la crémaillère *2* reçoit un mouvement oscillatoire autour de l'axe *B*.

39	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE À DOUBLE FACE ET ROUE À ROCHET	DS Tr



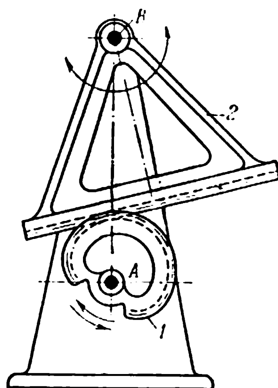
Les roues dentées *1* et *2* tournent autour d'un axe fixe *A*. L'élément *3* effectue un mouvement de translation le long de l'axe *B* dans un guidage fixe *a — a*. Les roues *1* et *2* tournent librement sur l'arbre *7*, tandis que la roue à rochet *4* est rendue solidaire de l'arbre *7*. Les cliquets *6* et *5* tournent librement sur les roues *1* et *2* et entrent en prise avec la roue à rochet *4*. Les cliquets sont disposés de façon telle que pendant le mouvement alternatif de l'élément *3* les côtés des crémaillères de cet élément entrent alternativement en prise avec les roues *1* et *2* et transmettent le mouvement à la roue à rochet *4* et à l'arbre *7* par l'intermédiaire des cliquets *6* et *5*, faisant tourner cet arbre dans le même sens.

40	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DE LA COMMANDE DE DEUX CRÉMAILLÈRES PARALLÈLES	DS Tr



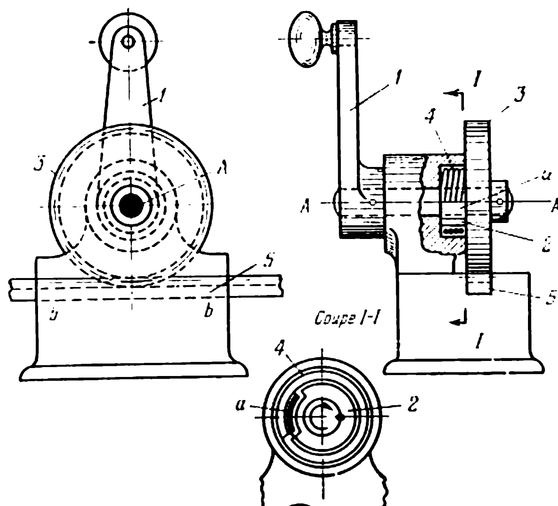
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, entre en prise avec deux crémaillères parallèles *2* et *3* animées d'un mouvement de translation dans des guidages fixes *a* et *b*. Lorsque la roue *1* est en rotation, les crémaillères reçoivent un mouvement alternatif dans les sens opposés à vitesses égales. Les crémaillères *2* et *3* glissent sur les rouleaux *4* et *5* mobiles autour des axes fixes *B* et *C*.

41	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE OSCILLANTE	DS Tr



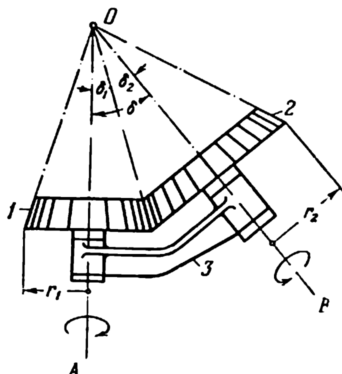
La roue non ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, entre en prise avec la crémaillère *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la roue *1* tourne dans les sens opposés, la crémaillère *2* effectue un mouvement de balancement autour de l'axe *B*.

42	MÉCANISME DENTÉ DE MOUVEMENT NON RÉVERSIBLE AVEC CRÉMAILLÈRE	DS Tr



La manivelle *1* et la roue dentée *3* tournent autour d'un axe fixe *A*. La crémaillère *5* effectue un mouvement de translation dans un guidage fixe *b* — *b*. Lorsque la manivelle *1* tourne dans un sens quelconque, l'encoche du disque *2* subissant la résistance de la roue *3* provoque la torsion du ressort *4*. Le diamètre du ressort diminue et la rotation de la manivelle est transmise à la roue *3* qui met en mouvement la crémaillère *5*. Lorsque la manivelle tourne en sens opposé, le ressort est tordu par l'autre côté de l'encoche du disque et son diamètre diminue également. Lorsqu'on applique un effort à la crémaillère *5* et qu'il y a résistance sur la manivelle *1*, le ressort *4* se détend et vient se serrer contre le corps du palier. La force de frottement qui survient alors empêche de transmettre le mouvement de la crémaillère à la manivelle.

43	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES CONIQUES RONDES À DENTURE EXTÉRIEURE	DS Tr



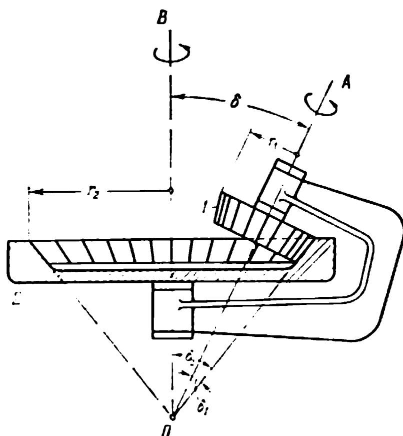
Les roues *1* et *2* tournent en sens opposé autour des axes fixes *OA* et *OB* qui se coupent au point *O*. Compte tenu des signes des vitesses angulaires ω_1 et ω_2 des roues *1* et *2*, le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{r_2}{r_1} = -\frac{z_2}{z_1} = -\frac{\sin\delta_2}{\sin\delta_1} =$$

$$= -\frac{\sin\delta - \cos\delta\,\mathrm{tg}\,\delta_1}{\mathrm{tg}\,\delta_1} = -\frac{\mathrm{tg}\,\delta_2}{\sin\delta - \cos\delta\,\mathrm{tg}\,\delta_2},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles osculateurs des cônes primitifs des roues *1* et *2*, z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*, δ_1 et δ_2, les moitiés des angles d'ouverture des cônes primitifs des roues *1* et *2* et δ, l'angle formé par les axes *OA* et *OB*. Si l'angle $\delta = \delta_1 + \delta_2 = 90°$, le rapport de transmission i_{12} est égal à $i_{12} = -\mathrm{tg}\,\delta_2 = -\mathrm{cotg}\,\delta_1$.

44	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES CONIQUES RONDES À DENTURE INTÉRIEURE	DS Tr



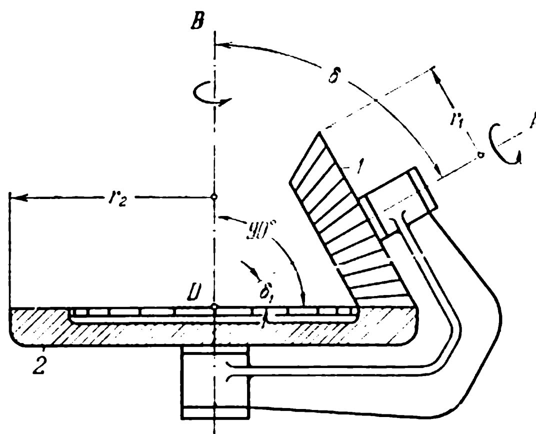
Les roues *1* et *2* tournent dans le même sens autour des axes fixes *OA* et *OB* qui se coupent au point *O*. Compte tenu des signes des vitesses angulaires ω_1 et ω_2 des roues *1* et *2*, le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{r_2}{r_1}=\frac{z_2}{z_1}=\frac{\sin\delta_2}{\sin\delta_1}=$$

$$=\frac{\cos\delta\,\mathrm{tg}\,\delta_1+\sin\delta}{\mathrm{tg}\,\delta_1}=\frac{\mathrm{tg}\,\delta_2}{\cos\delta\,\mathrm{tg}\,\delta_2-\sin\delta},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles osculateurs des cônes primitifs des roues *1* et *2*, z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*, δ_1 et δ_2, les moitiés des angles d'ouverture des cônes primitifs des roues *1* et *2* et δ, l'angle formé par les axes *OA* et *OB*.

45	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUE CONIQUE RONDE ET CRÉMAILLÈRE RONDE	DS Tr

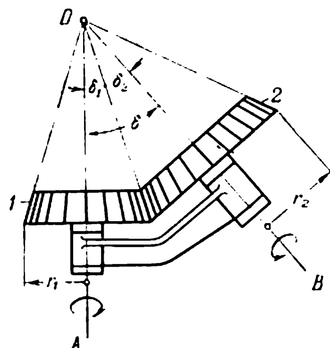


La roue *1* tourne autour d'un axe fixe *OA*. La roue *2*, qui se présente sous la forme d'une crémaillère ronde, tourne autour d'un axe fixe *OB*. Les axes *OA* et *OB* se coupent en *O*. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{r_2}{r_1}=\frac{z_2}{z_1}=\frac{1}{\sin\delta_1}=\frac{1}{\cos\delta},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles osculateurs du cône primitif de la roue *1* et de la crémaillère ronde *2*, z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*, δ_1, la moitié de l'angle d'ouverture du cône primitif de la roue *1* et δ, l'angle formé par les axes *OA* et *OB*.

46	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES CONIQUES RONDES À DENTURE EXTÉRIEURE	DS Tr



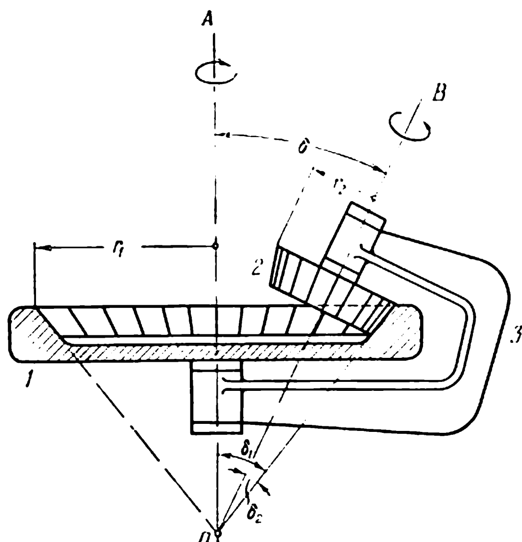
La roue *1* est rendue solidaire du montant. La roue *2* tourne autour de l'axe *OB* du porte-satellites *3*, mobile autour d'un axe fixe *OA*. Les axes *OA* et *OB* se coupent en *O*. Compte tenu des signes des vitesses angulaires ω_1 et ω_2 des roues *1* et *2*, le rapport de transmission i_{23} du mécanisme est égal à

$$i_{23}=\frac{\omega_2}{\omega_3}=1+\frac{r_1}{r_2}=1+\frac{z_1}{z_2}=1+\frac{\sin\delta_1}{\sin\delta_2},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles osculateurs des cônes primitifs des roues *1* et *2*, z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*, δ_1 et δ_2, les moitiés des angles d'ouverture des cônes primitifs des roues *1* et *2* et δ, l'angle formé par les axes *OA* et *OB*. Si l'angle δ est égal à $\delta = \delta_1 + \delta_2 = 90°$, le rapport de transmission i_{23} est égal à

$$i_{23} = 1 + \operatorname{cotg}\delta_2 = 1 + \operatorname{tg}\delta_1.$$

47	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES CONIQUES RONDES À DENTURE INTÉRIEURE	DS Tr

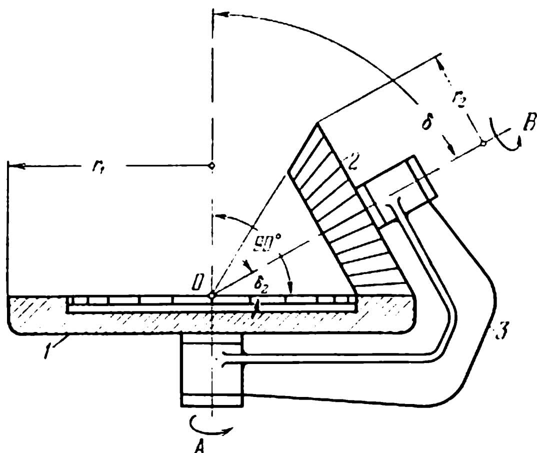


La roue *1* est rendue solidaire du montant. La roue *2* tourne autour de l'axe *OB* du porte-satellites *3*, mobile autour d'un axe fixe *OA*. Les axes *OA* et *OB* se coupent en *O*. Compte tenu des signes des vitesses angulaires ω_1 et ω_2 des roues *1* et *2*, le rapport de transmission i_{23} du mécanisme est égal à

$$i_{23} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = 1 - \frac{r_1}{r_2} = 1 - \frac{z_1}{z_2} = 1 - \frac{\sin \delta_1}{\sin \delta_2},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles osculateurs des cônes primitifs des roues *1* et *2*, z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2* et δ_1 et δ_2, les moitiés des angles d'ouverture des cônes primitifs des roues *1* et *2*.

48	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUE CONIQUE RONDE ET CRÉMAILLÈRE RONDE	DS Tr

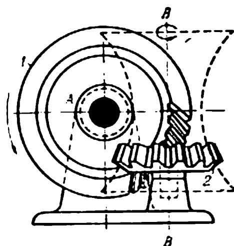


La roue *1*, se présentant sous la forme d'une crémaillère ronde, est rendue solidaire du montant. La roue *2* tourne autour de l'axe *OB* du porte-satellites *3*, mobile autour d'un axe fixe *OA*. Les axes *OA* et *OB* se coupent en *O*. Le rapport de transmission i_{23} du mécanisme est égal à

$$i_{23} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = 1 - \frac{r_1}{r_2} = 1 - \frac{z_1}{z_2} = 1 - \frac{1}{\sin \delta_2} = 1 - \frac{1}{\cos \delta},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles osculateurs du cône primitif de la crémaillère ronde *1* et de la roue *2*, z_1 et z_2, les nombres de dents de la crémaillère *1* et de la roue *2*, δ_2, la moitié de l'angle d'ouverture du cône primitif de la roue *2* et δ, l'angle formé par les axes *OA* et *OB*.

49	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES RONDES HYPERBOLOÏDALES	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B — B* qui se coupent à un angle δ. Les axoïdes primitives des roues sont des hyperboloïdes de révolution rondes à une nappe; les rayons des sections de leurs gorges sont égaux respectivement à r_1 et r_2. Les dents des roues *1* et *2* sont placées sur certaines parties conjuguées des hyperboloïdes. Compte tenu de signes des vitesses angulaires ω_1 et ω_2 des roues *1* et *2*, le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{r_2}{r_1} \frac{\cos \delta_2}{\cos \delta_1},$$

où δ_1 et δ_2 sont les angles formés par les axes *A* et *B — B* avec la droite suivant laquelle s'opère le contact entre les hyperboloïdes primitifs. La somme des rayons r_1 et r_2 est égale à

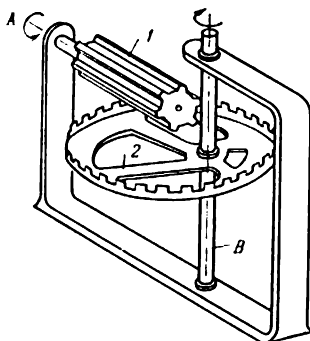
$$r_1 + r_2 = a,$$

où a est la plus courte distance entre les axes *A* et *B — B*. Si l'angle $\delta = 90°$, le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = -\frac{r_2}{r_1} \operatorname{tg} \delta_1 .$$

Si on remplace de façon approchée les parties des hyperboloïdes primitifs constituant la gorge par des cylindres ronds, on obtient un mécanisme de roues hélicoïdales, et si on remplace les parties des hyperboloïdes primitifs éloignées de la gorge par des cônes, on obtient un mécanisme de roues dentées hypoïdes.

50	MÉCANISME DENTÉ TRIDIMENSIONNEL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUES RONDES	DS Tr



La roue ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, entre en prise avec la roue ronde *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*. Les axes *A* et *B* se coupent à un angle de 90°. La roue *2* est fixée de façon excentrique par rapport à son axe géométrique. Compte tenu des signes des vitesses angulaires ω_1 et ω_2 des roues *1* et *2*, le rapport de transmission moyen du mécanisme est égal à

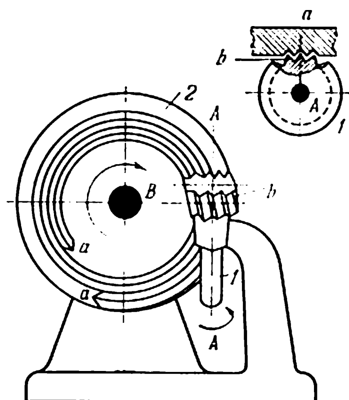
$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{r_2}{r_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. Le rapport de transmission changera dans les limites

$$\text{de } i_{\min} = \frac{r_2 - e}{r_1} \quad \text{à} \quad i_{\max} = \frac{r_2 + e}{r_1},$$

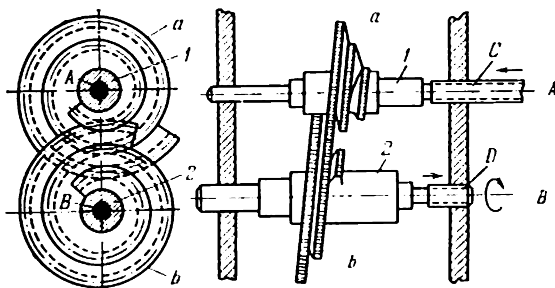
où e est l'excentricité de la roue *2*.

51	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUE HÉLICOÏDALE ET CRÉMAILLÈRE RONDE	DS Tr



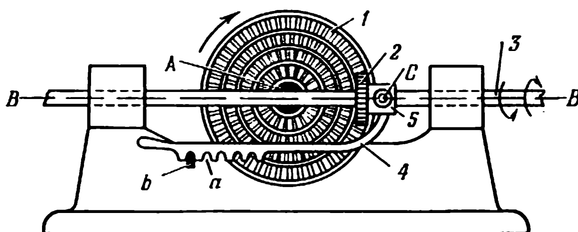
La roue hélicoïdale *1* et la crémaillère ronde *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B* qui se coupent et sont perpendiculaires entre eux. La roue *1* possède des dents hélicoïdales *b* et la crémaillère ronde *2* comporte une rainure spiroïdale *a*. Le mouvement de rotation continue de la roue menante *1* se transforme en mouvement de rotation continue de la crémaillère ronde menée *2*.

52	MÉCANISME À VOLUTE À TROIS ÉLÉMENTS ANIMÉS D'UN MOUVEMENT HÉLICOÏDAL	DS Tr



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple hélicoïdal *C* avec le montant. La roue dentée à volute *a*, réalisée en forme de spirale tridimensionnelle, est rigidement liée à l'élément *1*. La roue *a* entre en prise avec la roue à volute *b*, solidaire de l'élément *2*, qui tourne autour d'un axe fixe *B* et forme un couple hélicoïdal *D* avec le montant. Lorsque l'élément *1* est en mouvement uniforme, l'élément *2* reçoit un mouvement non uniforme.

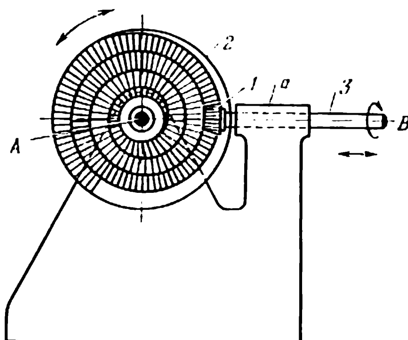
53	MÉCANISME DENTÉ À RAPPORT DE TRANSMISSION VARIABLE	DS Tr



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B — B*. La roue *1* a la forme d'un disque comportant quatre ceintures munies de dents. La roue *2* est rendue solidaire du coulisseau *5* glissant le long de l'arbre *3*. En déplaçant le coulisseau *5* le long de l'arbre *3*, on peut amener la roue *2* en prise avec les différentes ceintures dentées de la roue *1*. Pour une vitesse angulaire constante de la roue *1*, la roue *2* peut avoir quatre vitesses angulaires différentes. Lorsque la roue *2* entre en prise à droite du point *A*, l'arbre *3* tourne dans un sens, et lorsqu'elle entre en prise à gauche du point *A*, l'arbre *3* tourne dans le sens opposé.

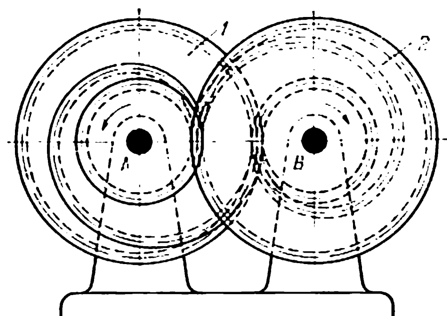
Le déplacement du coulisseau *5* s'opère à l'aide du levier *4* qui forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *5*. Les creux *a* du levier *4* et le dé *b* du montant permettent de réaliser l'engrènement de la roue *2* avec toute ceinture dentée de la roue *1*.

54	MÉCANISME DENTÉ TRIDIMENSIONNEL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUE CONIQUE SPIROÏDALE	DS Tr



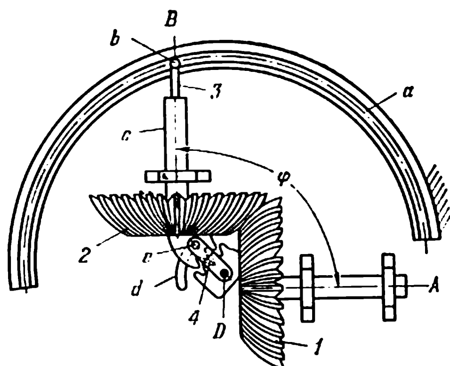
La roue menante *2*, tournant autour d'un axe fixe *A*, possède des dents coniques disposées suivant une spirale logarithmique. La roue conique menée *1*, fixée rigidement sur un arbre *3*, tourne autour d'un axe géométrique fixe *B*, en effectuant un mouvement de translation le long de l'axe *B* dans un guidage *a*. Lorsque la roue *2* fait un mouvement de rotation alternatif uniforme, l'arbre *3* reçoit un mouvement hélicoïdal à vitesse constante le long de l'axe *B*.

55	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES CONIQUES SPIROÏDALES	DS Tr



Les cônes tronqués *1* et *2*, tournant autour des axes fixes *A* et *B* portent les dents dont les lignes axiales, projetées sur le plan du dessin, ont la forme de spirales logarithmiques identiques. Lorsque le cône *1* tourne dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre, la vitesse angulaire du cône *2* diminue progressivement.

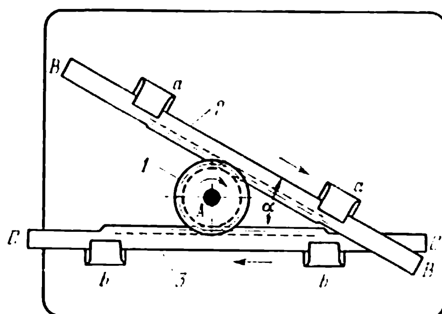
MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS ET À ENGRENAGE SPHÉRIQUE



La roue dentée *1*, dont les dents sont disposées sur une superficie sphérique, tourne autour d'un axe fixe *A* et entre en prise avec la roue *2* rigoureusement identique, mobile autour d'un axe *B*. Les axes *A* et *B* se coupent à un angle φ dont la valeur dépend de la position du doigt *b* de l'élément *3* dans un guidage circulaire fixe *a*. L'élément *3* coulisse dans la douille *c* de la roue *2*. Le contact entre les dents des roues, ainsi que la position requise de la roue *2* par rapport à la roue *1* s'obtiennent à l'aide du levier *4*, mobile autour d'un axe fixe *D*, dont le doigt *e* coulisse dans un guidage circulaire fixe *d*. L'angle φ peut aussi être varié pendant le mouvement.

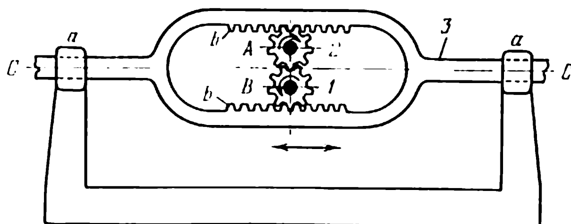
2. Mécanismes à quatre éléments d'usage général (57-64)

57	MÉCANISME DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS POUR ENTRAÎNEMENT DE DEUX CRÉMAILLÈRES NON PARALLÈLES	DS Q



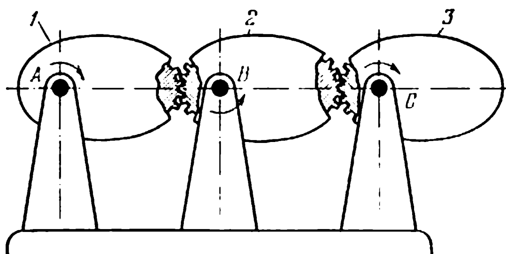
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec deux crémaillères *2* et *3* animées d'un mouvement de translation dans les guidages fixes *a* — *a* et *b* — *b*. Les axes des crémaillères *C* et *B* forment un angle constant α. Lorsque la roue *1* tourne, les crémaillères se déplacent d'un mouvement de translation à vitesses égales et, par conséquent, leurs déplacements suivant les axes *B* — *B* et *C* — *C* sont égaux.

58	MÉCANISME DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE À DOUBLE FACE	DS Q



Les roues dentées *1* et *2* tournent autour des axes fixes *B* et *A*. L'élément *3* effectue un mouvement de translation le long d'un axe *C — C* dans une glissière *a — a*. Les roues *1* et *2*, qui présentent le même nombre de dents, engrènent l'une avec l'autre et avec les côtés supérieur et inférieur de l'élément *3*. Lorsque la roue *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, l'élément *3* se déplace vers la droite. Lorsqu'on change le sens de rotation de la roue *1*, l'élément *3* se déplace vers la gauche.

59	MÉCANISME DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS DE TROIS ROUES ELLIPTIQUES	DS Q



Trois roues elliptiques identiques *1*, *2* et *3* tournent autour des axes fixes A, B et C. Le rapport de transmission i_{12} des roues *1* et *2* est égal à

$$i_{12} = \frac{1+2e\cos\varphi_1+e^2}{1-e^2}.$$

Le rapport de transmission i_{23} des roues *2* et *3* est égal à

$$i_{23} = \frac{1+2e\cos\varphi_2+e^2}{1-e^2},$$

où e est l'excentricité des ellipses telle que $e = \frac{c}{AB} = \frac{c}{BC}$; c, la distance entre les foyers des ellipses; φ_1, φ_2 et φ_3, les angles de rotation des roues *1*, *2* et *3* liés par les conditions

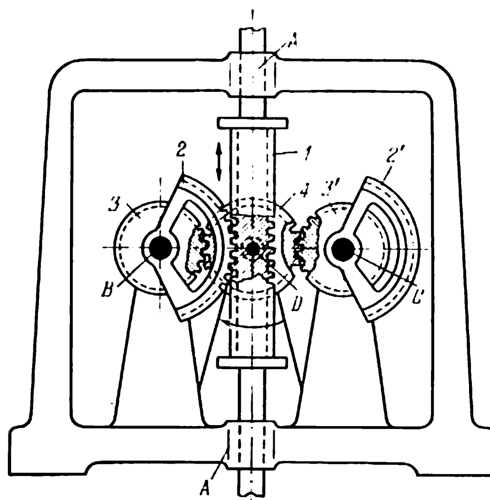
$$\varphi_2 = \arcsin \frac{1-e^2}{1+2e\cos\varphi_1+e^2} \sin\varphi_1$$

et

$$\varphi_3 = \arcsin \frac{1-e^2}{1+2e\cos\varphi_2+e^2} \sin\varphi_2.$$

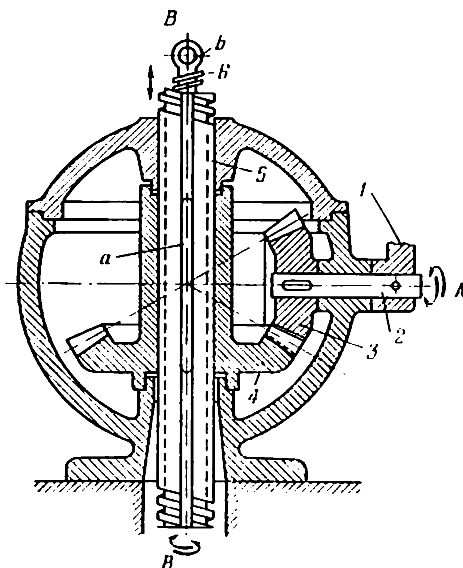
Les sens de rotation des roues *1* et *3* coïncident.

60	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE À QUATRE ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE ET DEUX SECTEURS MENÉS	DS Q



La crémaillère *1* est animée d'un mouvement alternatif dans une glissière fixe *A* — *A*. Les secteurs dentés à levier *2* et *2'* tournent autour des axes fixes *B* et *C*. Les secteurs *2* et *2'* sont rigidement reliés à deux roues identiques *3* et *3'* qui entrent en prise avec la roue dentée *4*, mobile autour d'un axe fixe *D*.

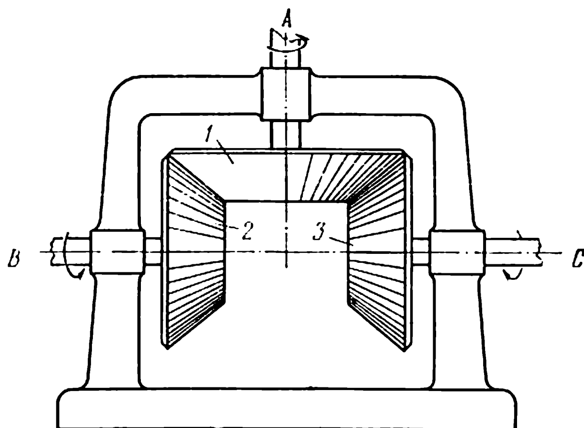
61	MÉCANISME À VIS ET ENGRENAGE À QUATRE ÉLÉMENTS DE LA TRANSMISSION TÉLESCOPIQUE	DS Q



Les roues coniques *3* et *4* tournent autour des axes fixes *A* et *B*.

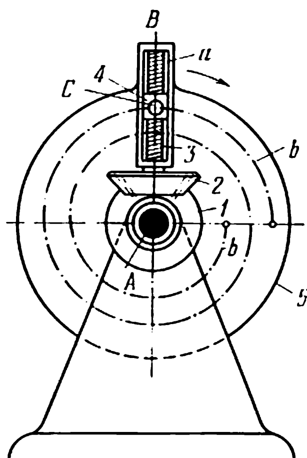
La rotation de la manivelle *1* est transmise par l'intermédiaire de l'arbre *2* et des roues coniques *3* et *4* à la vis *5* qui effectue un mouvement hélicoïdal. La roue *4* est fixée à l'aide d'une clavette coulissante *a*. La vis *6*, constituant un couple hélicoïdal avec la vis *5*, possède un filet renversé et est empêchée de tourner par un élément (non figuré sur le dessin) qui est relié à l'anneau *b*, avec lequel il effectue un mouvement de translation.

62	MÉCANISME DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS D'ENTRAÎNEMENT À ACTION DISCONTINUE	DS Q



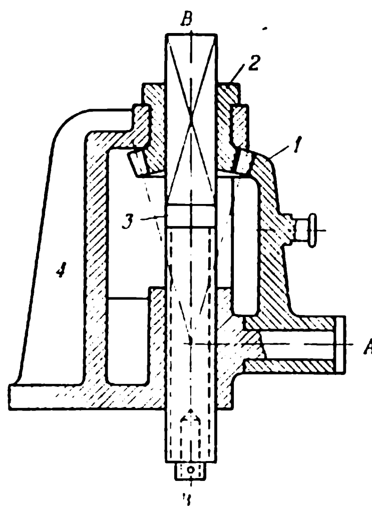
La roue menante *1*, mobile autour d'un axe fixe *A* et portant les dents sur une moitié de sa surface, transmet un mouvement de rotation en sens opposés avec des arrêts aux roues menées *2* et *3* tournant autour des axes fixes *B* et *C*.

63	MÉCANISME PLANÉTAIRE À VIS ET ENGRENAGE À QUATRE ÉLÉMENTS	DS Q



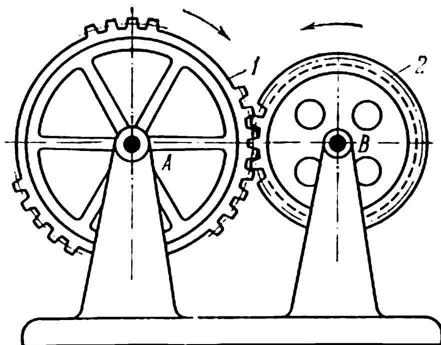
La roue conique mobile *2* roule sur une roue conique fixe *1*. La roue *2* tourne autour d'un axe *B* et avec l'élément *5* elle tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue *2* est rendue solidaire de la vis *3* qui forme un couple hélicoïdal avec le coulisseau *4*. Ce dernier coulisse dans les guides *a* de l'élément *5*. Lorsque l'élément *5* tourne autour de l'axe *A*, le point *C* de l'élément *4* décrit une partie de la spirale d'Archimède *b*.

64	MÉCANISME À VIS ET ENGRENAGE À QUATRE ÉLÉMENTS	DS Q



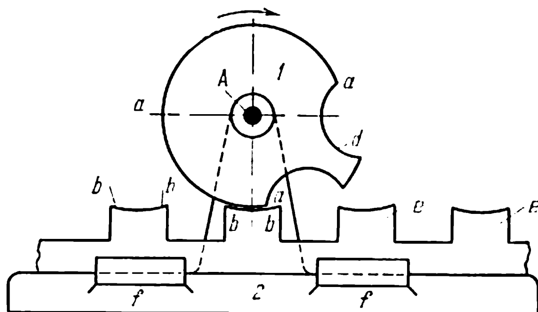
Le segment denté conique *1*, tournant autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec la roue conique *2* mobile autour d'un axe fixe *B — B*. L'élément *3* effectue un mouvement hélicoïdal le long et autour de l'axe *B — B*. Pendant le mouvement oscillatoire du segment *1*, la roue *2*, tournant autour de l'axe *B — B*, provoque par son mouvement hélicoïdal le déplacement de l'élément *3* par rapport au montant *4*.

65	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS DE LA ROUE MENÉE	DS Ar



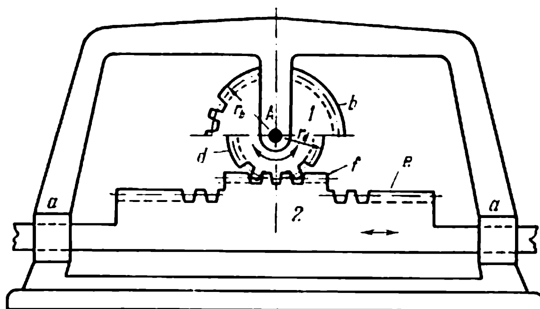
Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue *1* comporte des dents sur certaines parties de sa couronne. Lorsque la roue *1* tourne, la roue menée *2* a différentes périodes de mouvement et de repos. La durée du mouvement et du repos de la roue *2* dépend du nombre des dents présentées par certaines parties de la couronne de la roue *1*. Pour empêcher le mouvement spontané de la roue *2* et pour éviter les chocs au moment de l'engrènement des roues *1* et *2*, le mécanisme est pourvu d'arcs supplémentaires à profils conjugués décrits suivant des courbes spéciales qui ne sont pas figurées sur le schéma.

66	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE À MOUVEMENT INTERMITTENT	DS Ar



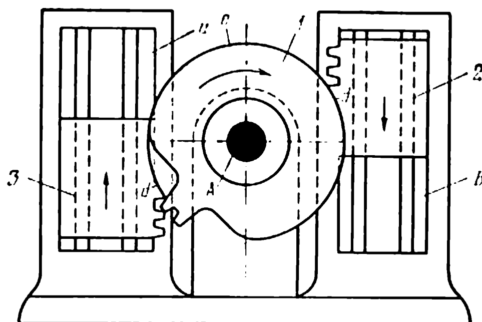
La roue menante *1* portant une dent tourne autour d'un axe fixe *A*. La crémaillère *2* coulisse dans les glissières fixes *f* — *f*. Lorsque la roue *1* tourne, la dent *d* entre successivement en prise avec les dents *e* de la crémaillère *2*, en lui imprimant un mouvement intermittent. On prévient le mouvement de translation spontané de la crémaillère *2* au moyen des arcs de blocage *a* et *b*.

67	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CRÉMAILLÈRE À MOUVEMENT SACCADÉ	DS Ar



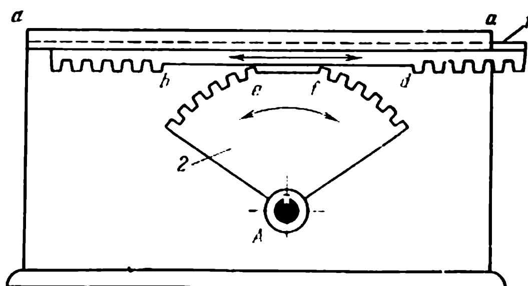
La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. La crémaillère *2* se déplace d'un mouvement de translation dans les guides fixes *a* — *a*. La roue *1* est composée de deux segments dentés *b* et *d* aux angles centraux de 180°. La crémaillère *2* est constituée par deux crémaillères *e* et *f*. Lorsque la roue *1* est en rotation uniforme, la crémaillère *2* se déplace par saccades, en variant sa vitesse de $v_2' = \omega_1 r_b$ à $v_2'' = \omega_1 r_d$, où ω_1 est la vitesse angulaire de la roue *1* et r_b et r_d sont les rayons des cercles primitifs des segments *b* et *d*.

68	MÉCANISME DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS ET ARCS DE BLOCAGE	DS Ar



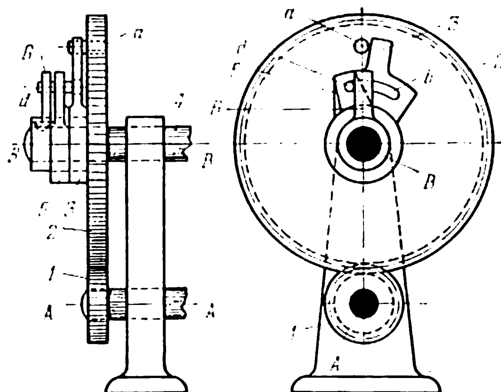
La roue menante *1* comportant deux dents tourne autour d'un axe fixe *A*. Les crémaillères *2* et *3* sont animées d'un mouvement de translation dans les glissières fixes *b* et *a*. Lorsque la roue *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, les crémaillères *2* et *3* reçoivent un mouvement de translation dans les sens opposés avec des arrêts. Le mouvement spontané des crémaillères *2* et *3* est empêché au moyen des arcs de blocage *d* et *e* ménagés respectivement sur les crémaillères et la roue.

69	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS ET DROITE DE BLOCAGE	DS Ar



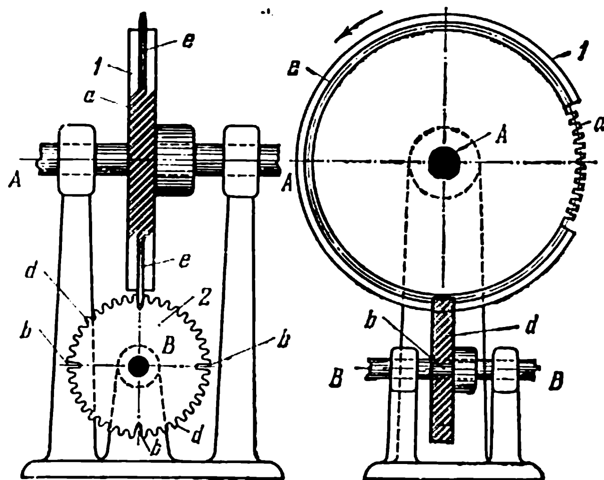
La crémaillère menante *1* est animée d'un mouvement alternatif dans une glissière fixe *a* — *a*. Le segment denté *2*, mobile autour d'un axe fixe *A*, marque des arrêts pendant le glissement de la partie rectiligne *bd* de la crémaillère sur les dents *e* et *f*.

70	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ÉLÉMENT MENÉ EFFECTUANT UN MOUVEMENT AVEC RETARD	DS Ar



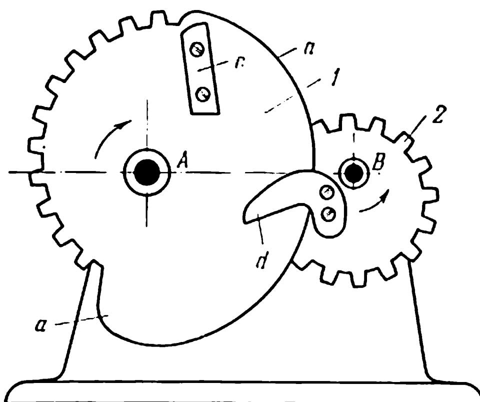
Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La rotation de la roue *1* est transmise à l'arbre *4* avec un certain retard. La roue dentée *2*, le secteur *3* et le secteur *5* sont montés librement sur un arbre *4*. Le secteur *3* comporte une rainure arquée *b*. Ces secteurs sont reliés entre eux par le doigt *d* solidaire du secteur *5*. L'élément *6* est rigidement fixé sur l'arbre *4*. Lorsque la roue *1* tourne, la roue *2* est mise en mouvement, tandis que l'arbre *4* reste en repos jusqu'au moment où le doigt *a* fait tourner le secteur *3*. En tournant, ce dernier déplace le doigt *d* jusqu'à ce qu'il touche l'élément *6*, après quoi l'arbre *4* se met à tourner.

71	MÉCANISME DENTÉ TRIDIMENSIONNEL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ ET RAINURE DE BLOCAGE	DS Ar



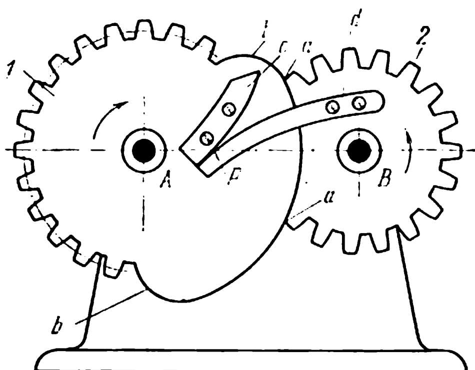
Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. La roue *1* comporte des dents hélicoïdales *a* et une ceinture *e*. La roue *2* possède quatre rainures *b* symétriques, entre lesquelles se trouvent les dents hélicoïdales *d*. Le nombre de dents hélicoïdales *a* de la roue menante *1* est égal au nombre de dents hélicoïdales *d* de la roue menée *2*, disposées entre deux rainures voisines. Lorsque la roue *1* tourne, la ceinture *e* de la roue *1* entre périodiquement dans les rainures *b* de la roue *2* en provoquant ainsi l'arrêt de cette dernière. Pour une rotation complète, la roue *2* tourne d'un angle de 90°.

72	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ ET LEVIERS ROULANT AVEC GLISSEMENT	DS Ar



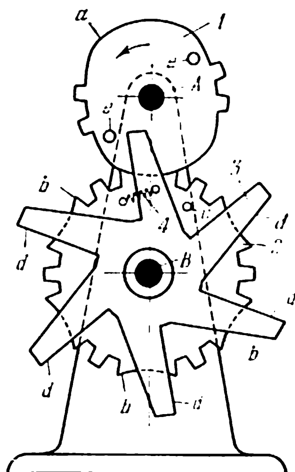
Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. L'arc *a — a* empêche la rotation spontanée de la roue *2* aux moments de repos. Fixés sur les roues *1* et *2*, les leviers roulants *c* et *d*, qui entrent en contact avant que les dents ne se mettent en prise, assurent un accroissement progressif de la vitesse de la roue menée *2*, atténuant par là les chocs qui peuvent se produire au moment de l'engrènement des dents. Le point d'engrènement des leviers *c* et *d* ne se trouve sur la ligne des centres *AB* des roues *1* et *2* qu'au moment initial du contact des leviers. Pendant tout le reste du temps d'engrènement, il se trouve en dehors de la ligne des centres *AB*. Le mouvement relatif des leviers *c* et *d* est suivi d'un glissement.

73	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC LEVIERS ROULANTS ET ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	DS Ar



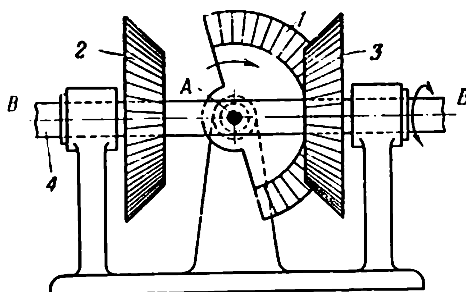
Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. L'arc *a — a* empêche la rotation spontanée de la roue *2* aux moments de repos. Fixés sur les roues *1* et *2*, les leviers roulants *c* et *d* entrent en contact avant que les dents ne se mettent en prise et assurent un accroissement progressif de la vitesse de la roue menée *2*, atténuant par là les chocs qui peuvent se produire au moment de l'engrènement des dents. Les arcs *b* de la roue *1* sont décrits par un rayon plus petit que l'arc *a — a* afin qu'au moment où les profils des leviers *c* et *d* entrent en contact la roue *2* puisse tourner librement. Pendant toute la période d'engrènement, le pôle d'engrènement *P* des leviers *c* et *d* se trouve sur la ligne *AB* qui joint les centres des roues *1* et *2*. Le mouvement relatif des leviers *c* et *d* s'effectue sans glissement.

74	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC PIGNON DE SÛRETÉ ET ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	DS Ar



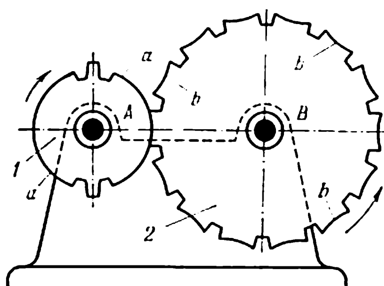
Les roues dentées *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Lorsque la roue *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, la roue *2* se déplace avec des arrêts. Les arcs de blocage *a* et *b* empêchent la rotation spontanée de la roue *2*. Pour diminuer les chocs au moment de l'engrènement des roues *1* et *2*, un pignon *3* de rayons *d* est monté fou sur l'arbre. Le nombre de rayons de ce pignon est égal au nombre d'arcs de blocage *b*. Le pignon *3* est relié à la roue *2* par un ressort *4*. La rotation du pignon *3* dans le sens des aiguilles d'une montre est limitée par une butée *c*. Avant l'engrènement des roues *1* et *2*, l'un des fuseaux *e* de la roue *1* entre en contact avec le rayon correspondant et fait tourner le pignon *3* dans le sens des aiguilles d'une montre, en imprimant à la roue *2* une vitesse initiale quelconque et réduisant de cette façon les chocs au moment de l'engrènement des roues *1* et *2*.

75	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DES ROUES CONIQUES AVEC ROTATION ALTERNATIVE DE L'ÉLÉMENT MENÉ	DS Ar



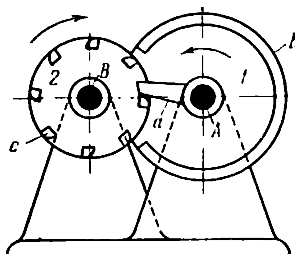
La demi-roue conique *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Les roues coniques *2* et *3*, rigidement montées sur l'arbre *4*, tournent autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* entre à tour de rôle en prise avec les roues *2* et *3*, provoquant ainsi la rotation alternative de l'arbre *4*.

76	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC PÉRIODES ÉGALES DE MOUVEMENT ET DE REPOS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	DS Ar



Les roues dentées *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Lorsque la roue menante tourne dans le sens indiqué par la flèche, la roue menée *2* tournera avec des arrêts. Les arcs de blocage *a* et *b* empêchent la rotation spontanée de la roue *2* au moment de l'arrêt. Etant donné que les dents et les arcs de blocage sont disposés de façon symétrique, la roue *2* a des périodes de mouvement et de repos de durée égale, lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme. Pour une rotation complète de la roue *1*, la roue *2* a deux périodes de mouvement et deux périodes de repos.

77	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ANNEAU DE BLOCAGE ET ARRÊTS DE LA ROUE MENÉE	DS Ar

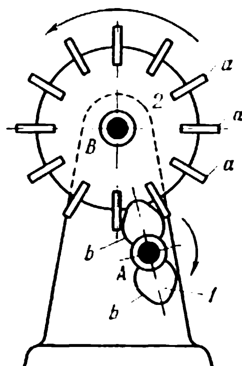


Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue *2* possède des dents *c* disposées sur sa surface de bout. La roue *1* comporte un doigt *a* et un anneau de blocage *b*. Lorsque la roue menante *1* tourne, la roue menée *2* ne tourne qu'au moment où la dent *a* se trouve en prise avec la dent *c*. Après le désengrènement des dents *a* et *c* l'anneau de blocage glisse sur la partie intérieure des deux dents voisines *c*, et, par suite, la roue menée marque un arrêt de longue durée. Pour une rotation de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ égal à

$$\varphi = \frac{2\pi}{z_2},$$

où z_2 est le nombre de dents de la roue *2*, qui doit toujours être pair. Le moment où les dents *a* et *c* s'engrènent s'accompagne de chocs.

78	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS DE LA ROUE MENÉE	DS Ar

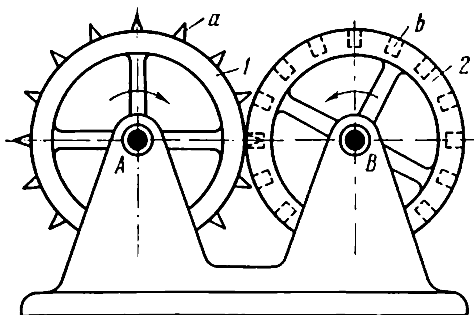


Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue *1* comporte deux dents *b*. La roue *2* a des dents rectilignes *a*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, la roue menée *2* ne tourne qu'au moment où la dent *b* se trouve en prise avec la dent *a*. Pour une rotation de la roue menante *1*, la roue menée tourne d'un angle φ égal à

$$\varphi = \frac{4\pi}{z_2},$$

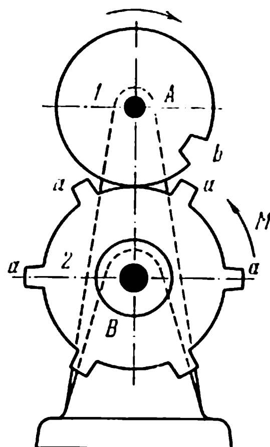
où z_2 est le nombre de dents de la roue *2*. Pour une rotation complète, la roue *2* fait douze arrêts. Le moment où les dents *a* et *b* s'engrènent s'accompagne de chocs.

79	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS DE COURTE DURÉE DE LA ROUE MENÉE	DS Ar



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue *1* comporte des dents *a* de forme triangulaire. La roue *2* possède des creux *b*. Le nombre de dents *a* est égal au nombre de creux *b*. Le rapport de transmission moyen i_{12} du mécanisme est égal à $i_{12} = -1$. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement uniforme, la roue menée *2* effectue un mouvement intermittent accompagné d'arrêts de courte durée.

80	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ROUE MENÉE À MOUVEMENT INTERMITTENT	DS Ar

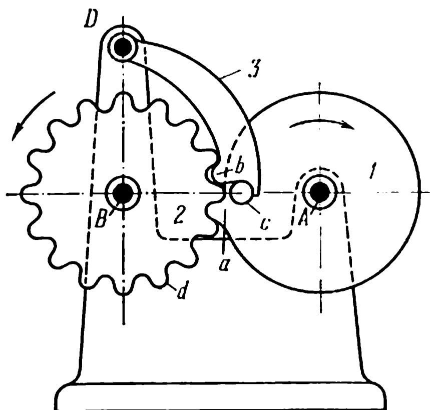


Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue menée *2* subit l'action du moment *M* de signe constant. La roue *2* comporte des dents *a* et la roue *1* porte une entaille *b*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, la roue menée *2* ne tourne qu'aux moments où les dents *a* se trouvent en prise avec l'entaille *b*. Pour une rotation de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ égal à

$$\varphi = \frac{2\pi}{z_2},$$

où z_2 est le nombre de dents de la roue *2*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement uniforme, la roue menée *2* se déplace d'un mouvement intermittent. Les moments où les dents *a* et *b* s'engrènent s'accompagnent de chocs.

81	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC CLIQUET D'ARRÊT ET ARRÊTS DE LA ROUE MENÉE	DS Ar

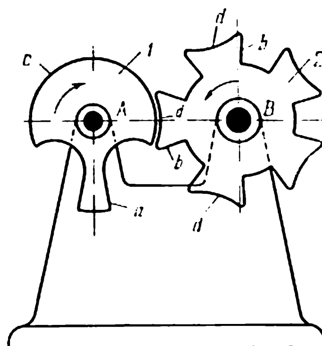


Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue *1* comporte une dent *a*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, la roue menée *2* ne tourne qu'aux moments où la dent *a* se trouve en prise avec les dents *d* de la roue *2*. Pour une rotation de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ égal à

$$\varphi = \frac{2\pi}{z_2},$$

où z_2 est le nombre de dents de la roue *2*. Le cliquet *3*, mobile autour d'un axe fixe *D*, s'engage par sa saillie *b* dans le creux des dents de la roue *2* et empêche de la sorte la rotation spontanée de la roue *2*, en la fixant au moment des arrêts. La roue *1* est munie d'un fuseau *c* qui désengrène le cliquet *3*. Les moments où les dents *a* et *d* s'engrènent s'accompagnent de chocs.

82	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS À MOUVEMENT INTERMITTENT AVEC ARRÊTS ET ARCS DE BLOCAGE	DS Ar

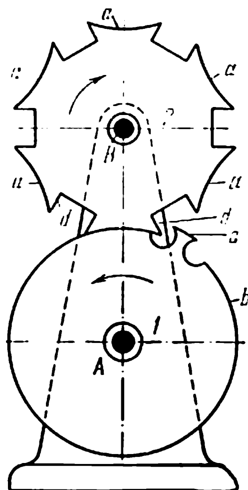


Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue *1* comporte une dent *a*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, la roue menée *2* ne tourne qu'aux moments où la dent *a* se trouve en prise avec les dents *b* de la roue *2*. Pour une rotation complète de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ égal à

$$\varphi = \frac{2\pi}{z_2},$$

où z_2 est le nombre de dents de la roue *2*. Dans le mécanisme considéré, $\varphi = \frac{2\pi}{5}$. Pour empêcher la rotation spontanée de la roue *2* et pour la fixer aux moments d'arrêts, les roues *1* et *2* sont munies d'arcs de blocage *c* et *d*. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, la roue *2* se déplace d'un mouvement intermittent. Les moments où les dents *a* et *b* s'engrènent s'accompagnent de chocs.

83	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS DE LA ROUE MENÉE ET ARCS DE BLOCAGE	DS Ar



Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue *1* comporte une dent *c*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, la roue menée *2* ne tourne qu'aux moments où la dent *c* se trouve en prise avec les dents *d* de la roue *2*. Pour une rotation de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ égal à

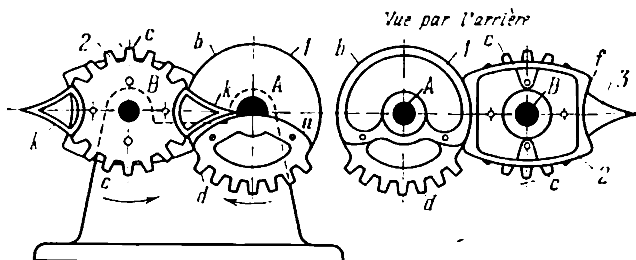
$$\varphi = \frac{2\pi}{z_2},$$

où z_2 est le nombre de dents de la roue *2*. Dans le mécanisme considéré, $\varphi = \frac{\pi}{3}$. Pour empêcher la rotation spontanée de la roue *2* et pour la fixer aux moments des arrêts, les roues *1* et *2* sont munies d'arcs de blocage *b* et *a*. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, la roue *2* se déplace d'un mouvement intermittent. Les moments où les dents *a* et *b* s'engrènent s'accompagnent de chocs.

84

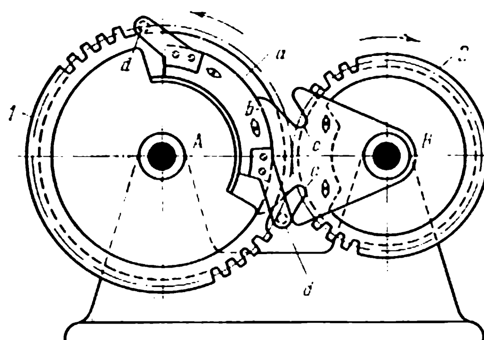
MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS DE LA ROUE MENÉE ET ARCS DE TRANSITION ET DE BLOCAGE

DS Ar



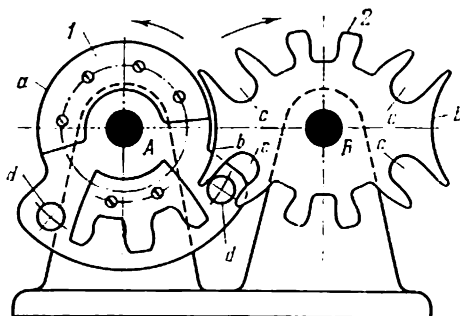
Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue *1* possède un secteur denté *d*, et la roue *2*, deux secteurs dentés symétriques *c*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, la roue menée *2* ne tourne qu'aux moments où le secteur *d* est en prise avec les secteurs *c*. Pour une rotation complète de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle $\varphi = 180°$. Pour éviter les chocs au moment où les roues *1* et *2* s'engrènent, ces dernières sont munies d'arcs de transition *a* et *k*, dont les profils sont les parties des centroïdes des roues *1* et *2* en mouvement. Pour empêcher la rotation spontanée de la roue *2* et pour la fixer au moment des arrêts, les roues *1* et *2* sont pourvues d'arcs de blocage *b* et *f*.

85	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊT DE LA ROUE MENÉE ET ARCS DE BLOCAGE	DS Ar



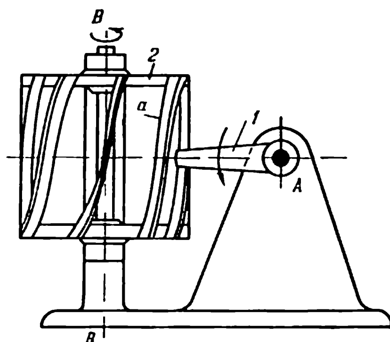
Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue menante *1* imprime à la roue menée *2* un mouvement de rotation ; cette dernière marque un arrêt de longue durée au cours d'une rotation de la roue. Pour éviter les chocs, la roue *2* s'engrène et se désengrène à l'aide des fuseaux *d* de la roue *1*, qui s'engagent dans les creux *c* de la roue *2*. Les arcs *a* et *b*, qui bloquent la roue *2*, l'empêchent de tourner au moment des arrêts.

86	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARCS DE BLOCAGE ET ARRÊTS DE LA ROUE MENÉE	DS Ar



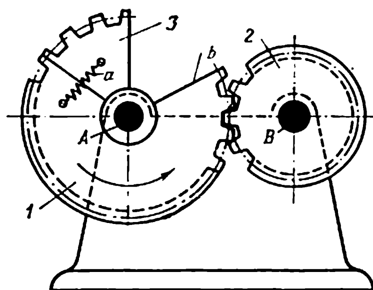
Les roues *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La roue menante *1* imprime à la roue menée *2* un mouvement de rotation; cette dernière marque deux arrêts de longue durée au cours d'une rotation de la roue *2*. Pour éviter les chocs, la roue *2* s'engrène et se désengrène au moyen des fuseaux *d* de la roue *1*, qui s'engagent dans les creux *c* de la roue *2*. Les arcs *a* et *b*, qui bloquent la roue *2*, l'empêchent de tourner au moment des arrêts.

87	MÉCANISME DENTÉ TRIDIMENSIONNEL À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	DS Ar



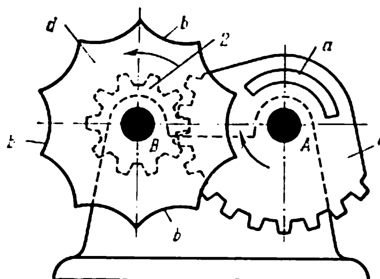
La manivelle *1* et la roue *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B* qui se coupent et forment un angle droit. La roue *2* est munie de dents hélicoïdales *a*. Pendant qu'elle tourne, la manivelle *1* engrène avec les dents *a* et entraîne la roue *2* qui marque des arrêts de longue durée. Pour une rotation complète de la manivelle *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ égal à $\varphi = 2\pi/z_2$, où z_2 est le nombre de dents de la roue *2*.

88	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊT DE LA ROUE MENÉE POURVUE D'UN SECTEUR DENTÉ	DS Ar



Le secteur denté *1* et la roue *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Lorsque le secteur menant *1* se déplace dans le sens indiqué par la flèche, la roue menée *2* tourne jusqu'à ce que le secteur denté supplémentaire *3*, monté fou sur l'arbre *A*, entre en prise. Au moment où le secteur *3* engrène avec la roue *2*, le ressort *a* se détend et la roue *2* marque un arrêt qui se prolonge jusqu'à ce que le secteur *3* vienne s'appuyer contre le bord *b* du secteur *1*.

89	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ARRÊTS DE LA ROUE MENÉE ET ARCS DE BLOCAGE	DS Ar



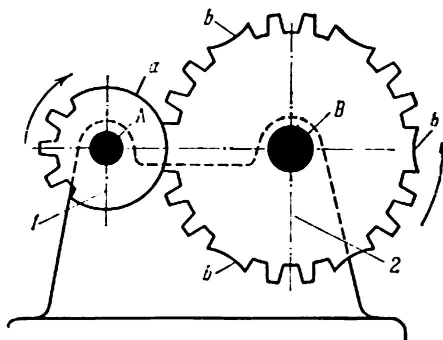
Le secteur denté *1* et la roue *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Lorsque le secteur menant *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, la roue menée *2* avec le disque *d*, solidaire de cette roue, tournera jusqu'à ce que les dents du secteur *1* désengrènent de la roue *2*. La saillie arquée *a* glissera ensuite sur l'arc de blocage *b*, et la roue *2* aura un arrêt. Pour une rotation complète du secteur *1*, l'angle de rotation φ_2 de la roue *2* est égal à $\varphi_2 = 2,2\pi$. Par conséquent, après chaque tour du secteur *1*, la roue *2* fait un arrêt dans une position qui diffère de la précédente d'un angle $\varphi = 0,2\pi$.

Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{R_2}{R_1} \frac{2,2\pi}{\varphi_1},$$

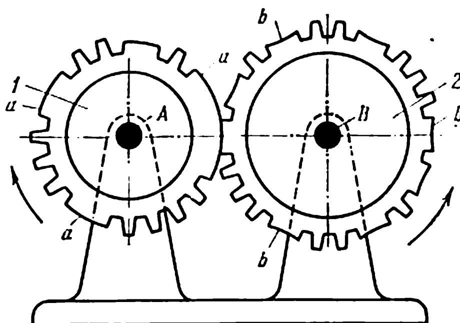
où z_1, z_2 et R_1, R_2 sont les nombres de dents et les rayons du secteur *1* et de la roue *2*; φ_1, l'angle central du secteur denté *1*.

90	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ÉLÉMENT MENÉ AUX PÉRIODES DE MOUVEMENT ET DE REPOS DE DURÉE ÉGALE	DS Ar



Les roues dentées *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Lorsque la roue menante *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, la roue menée *2* tournera avec des arrêts. Les arcs de blocage *a* et *b* empêchent la rotation de la roue *2* au moment de l'arrêt. Pour une rotation de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle $\varphi = \frac{\pi}{3}$. Etant donné que les dents et les arcs de blocage sont disposés de façon symétrique, les périodes de mouvement et de repos de la roue *2* seront d'égale durée, lorsque la roue *1* sera animée d'un mouvement uniforme.

91	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS AVEC ÉLÉMENT MENÉ AUX PÉRIODES DE MOUVEMENT ET DE REPOS DE DURÉE INÉGALE	DS Ar



Les roues dentées *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Lorsque la roue menante *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, la roue menée *2* tournera avec des arrêts. Les arcs de blocage *a* et *b* empêchent la rotation de la roue *2* au moment des arrêts. Etant donné que les nombres de dents sur certaines parties des roues *1* et *2* sont différents et que les longueurs des arcs de blocage sont différentes, la roue *2* aura les périodes de mouvement et de repos de durée inégale, lorsque la roue *1* sera animée d'un mouvement uniforme.

4. Mécanismes servant à tracer les courbes (92-96)

92	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS SERVANT À TRACER LES ÉPICYCLOÏDES	DS TC

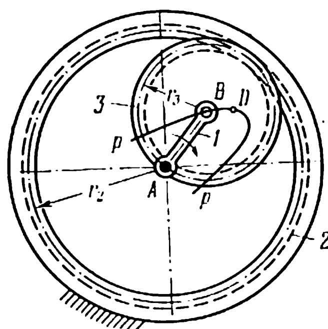
Le porte-satellites *3*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec le satellite *2* qui engrène avec la roue dentée fixe *1*. Le satellite *2* possède un bras *4* comportant une rainure rectiligne *c*, dans laquelle est fixée, à diverses distances *BC* de l'axe *B*, la pointe *C* d'une pièce qui décrit l'épicycloïde *b* — *b* dont l'équation est

$$x = (R+r)\cos\varphi - \lambda r \cos\frac{R+r}{r}\varphi,$$

$$y = (R+r)\sin\varphi - \lambda r \sin\frac{R+r}{R}\varphi,$$

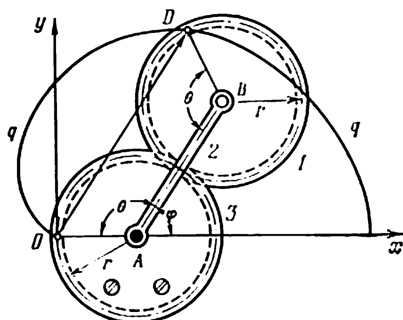
où R est le rayon du cercle primitif de la roue *1*; r, le rayon du cercle primitif du satellite *2*; $\lambda = \frac{BC}{r}$, où BC est la distance à l'axe B de la pointe à tracer C; φ est l'angle de rotation du porte-satellites *3*. Sur le dessin, $\lambda = \frac{BC}{r} > 1$, et par conséquent la courbe *b* — *b* est une épicycloïde allongée. Pour $\lambda = \frac{BC}{r} < 1$, le point C décrira une épicycloïde raccourcie. Si $\lambda = 1$, le point C sera situé sur le cercle primitif du satellite et décrira une épicycloïde. Si $m = \frac{R}{r}$ est un nombre entier, l'épicycloïde se compose de m branches identiques qui ne se coupent pas. Si m est un nombre fractionnaire, les branches des épicycloïdes se coupent, mais le point C revient toujours à sa position initiale.

93	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS SERVANT À TRACER LES ELLIPSES	DS TC



Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec la roue *3* qui engrène avec la roue fixe *2* à denture intérieure. Les rayons des cercles primitifs des roues *2* et *3* satisfont à la condition $r_2 = 2r_3$. Lorsque le porte-satellites tourne autour de l'axe fixe *A*, les points situés sur le cercle primitif de la roue *3* décrivent les lignes droites qui passent par le point *A*. Tout point *D* choisi arbitrairement sur le plan de la roue *3* décrit une ellipse.

94	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS SERVANT À TRACER LA CARDIOÏDE	DS TC



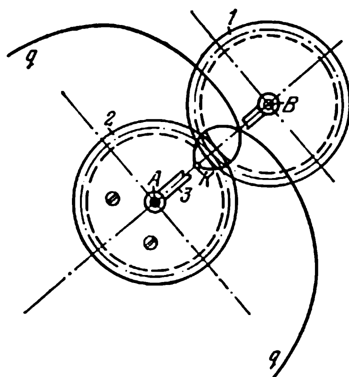
La roue dentée *1* roule sur une roue dentée *3* identique et fixe. Le porte-satellites *2* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le point *D* de la roue *1*, choisi de façon arbitraire et situé sur le cercle primitif, décrit une cardioïde *q* — *q* dont l'équation polaire est

$$\rho = 2r\,(1 + \cos\varphi),$$

où ρ est le rayon vecteur de la cardioïde; r, le rayon des cercles primitifs des roues *1* et *3*; φ, l'angle formé par l'axe Ox et l'axe AB du porte-satellites *2*. Dans le système de coordonnées rectilignes xOy l'équation de la cardioïde *q* — *q* s'écrit

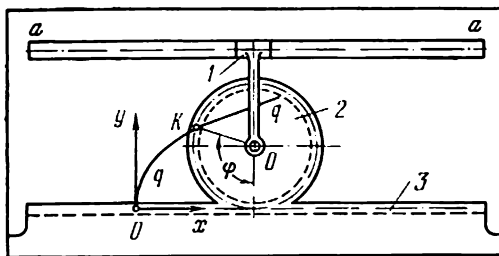
$$(x^2 + y^2 - 2rx)^2 = 4r^2\,(x^2 + y^2).$$

95	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS SERVANT À TRACER LA CARDIOÏDE ALLONGÉE	DS TC



Le porte-satellites *3*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec une roue cylindrique ronde *1* qui est en prise avec une roue cylindrique ronde fixe identique *2*. Pendant le roulement de la roue *1* sur la roue *2*, tout point *K*, situé en dehors du cercle primitif de la roue *1*, décrit une cardioïde allongée *q* — *q* ayant un point double.

96	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE À TROIS ÉLÉMENTS SERVANT À TRACER LA CYCLOÏDE	DS TC



Le coulisseau *1* est animé d'un mouvement dans une glissière $a - a$, et la roue dentée *2* roule sur une barre rectiligne fixe *3*. Tout point K de la roue *2* décrira alors une cycloïde $q - q$. L'équation paramétrique de la cycloïde est

$$x = r(\varphi - \sin\varphi), \quad y = r(1 - \cos\varphi),$$

où $r = OK$; φ est l'angle de rotation de la roue *2*. Dans le système de coordonnées rectilignes xOy la cycloïde $q - q$ aura pour expression explicite

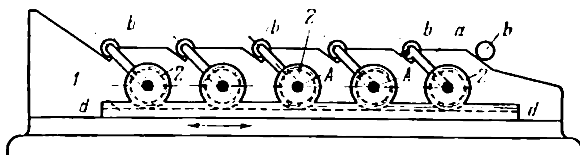
$$x = r \arccos\frac{r-y}{r} \pm \sqrt{(2r-y)\,y}.$$

5. Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation (97-103)

97	MÉCANISME DENTÉ D'AVANCE D'UNE BANDE	DS TA

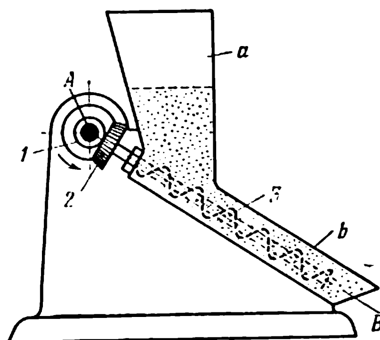
Le secteur denté *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec une crémaillère *2* animée d'un mouvement de translation dans des glissières fixes *b* — *b*. Le cliquet *3* tourne fou sur un axe *B* appartenant à la crémaillère. Lorsque le secteur *1* tourne dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre, le cliquet *3* s'engage dans l'orifice *a* de la bande *4*, se butant contre la saillie *d* de la crémaillère, et déplace la bande dans le sens indiqué par la flèche. Lorsque le secteur *1* tourne en sens opposé, le cliquet *3* glisse librement sur la bande.

98	MÉCANISME DENTÉ D'AVANCE DES PIÈCES CYLINDRIQUES	DS TA



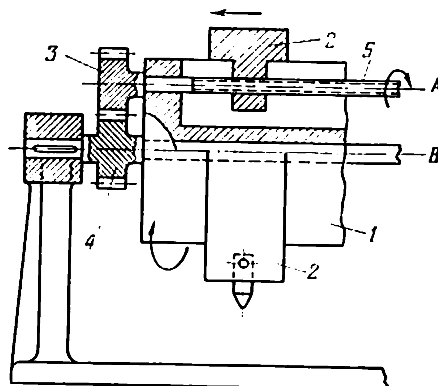
La crémaillère *1* se déplace d'un mouvement de translation dans les guides fixes *d* qui engrènent avec cinq roues dentées identiques *2* mobiles autour des axes fixes *A*. Les leviers *a*, solidaires des roues *2*, entraînent les pièces *b* et les déplacent vers les cellules voisines.

99	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS D'UNE HÉLICE TRANSPORTEUSE	DS TA



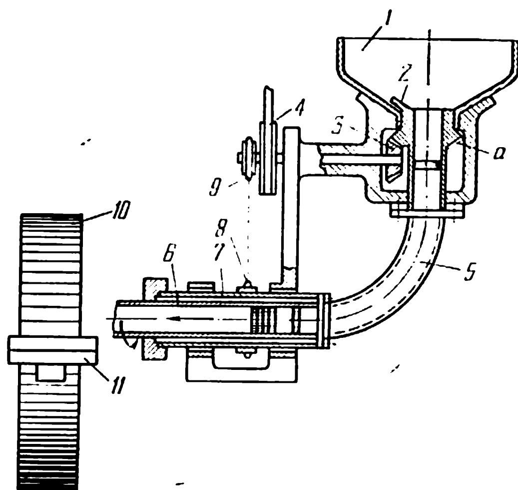
Les roues coniques *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. L'hélice transporteuse *3* est rendue solidaire de la roue *2*. En tournant, l'hélice transporteuse *3* déplace dans un tube *b* le matériel pulvérulent qui est amené de la trémie *a*.

100	MÉCANISME PLANÉTAIRE À VIS ET ENGRENAGE DE LA TÊTE D'UN OUTIL	DS TA



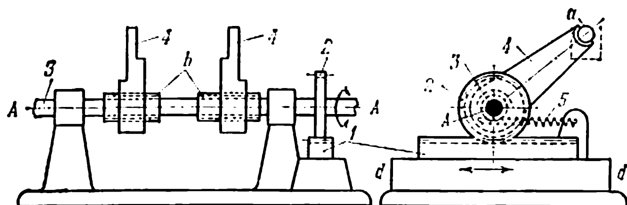
La roue dentée *3* roule sur une roue fixe *4*. Un tambour *1* tourne librement autour d'un axe fixe *B*. La vis *5*, solidaire de la roue *3*, forme un couple de rotation avec l'élément *2* qui glisse le long des génératrices du tambour *1*. L'élément *2* est une tête d'outil. Lorsque le tambour *1* est en rotation, la roue *3* tourne autour des axes *A* et *B* et déplace l'élément *2* à l'aide de la vis *5* suivant les génératrices du cylindre *1*.

101	MÉCANISME DENTÉ D'UN DISPOSITIF DE CHARGEMENT AUTOMATIQUE	DS TA



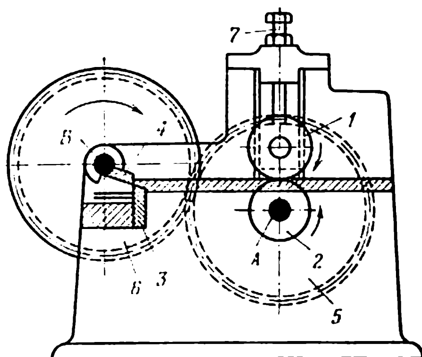
Les segments amenés vers une rectifieuse sans pointes sont chargés dans une trémie *1* et de là glissent dans une douille tournante *2* comportant une roue dentée conique *a* qui est en prise avec une roue dentée *3*. Cette dernière est mise en mouvement par un moteur au moyen d'une transmission par courroie et d'une poulie 4. Par une extrémité le tuyau flexible *5* est fixé à la douille *2* et par l'autre à un tube horizontal *6* qui s'engage dans une douille tournante mise en mouvement au moyen des pignons *8* et *9*. En tournant, le tube amène les segments vers une meule à rectifier *10* comportant un couteau *11*.

102	MÉCANISME D'AVANCE À VIS ET ENGRENAGE	DS TA



La crémaillère motrice *1* est animée d'un mouvement alternatif dans une glissière fixe *d* — *d* et engrène avec une roue dentée *2* mobile autour d'un axe fixe *A*. Lorsque la roue dentée *2*, calée sur un arbre *3*, se met à tourner, les pinces *4*, maintenues dans la position gauche limite par un ressort *5*, se rapprochent et serrent la pièce *a*. Les pinces *4* se présentent sous forme d'écrous vissés sur les vis *b* comportant les filets à gauche et à droite. Les vis *b* sont rigidement fixées sur l'arbre *3*. Lorsqu'une pièce *a* est serrée, l'arbre *3* cesse de tourner dans les pinces *4*. Après avoir surmonté la résistance des ressorts *5*, ces dernières tournent et placent la pièce dans la position suivante. Lorsque la crémaillère *1* se déplace en sens inverse, le filetage se dévisse et sort des écrous, les pinces *4* se desserrent et relâchent la pièce. Les pinces reviennent ensuite à leur position initiale sous l'action du ressort *5*.

103	MÉCANISME DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS POUR AVANCE ET DÉCOUPAGE DU MATÉRIEL	DS TA



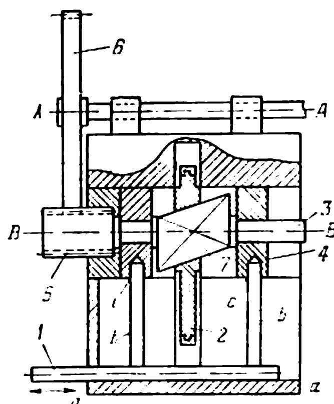
Les roues *5* et *6* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Les rouleaux *1* et *2*, tournant en sens inverses, amènent le matériel à découper vers un couteau fixe *3*. Le couteau supérieur *4* est fixé sur un arbre *B* entraîné par l'arbre *A* au moyen des roues dentées *5* et *6*. Le découpage du matériel a lieu au moment où le couteau supérieur *4* s'abaisse. Le rouleau *1* est muni d'un dispositif de serrage *7*.

6. Mécanismes avec éléments de longueur réglable (104-106)

104	MÉCANISME D'UNE MANIVELLE À RAYON VARIABLE AVEC FIXATEUR DENTÉ	DS LRg

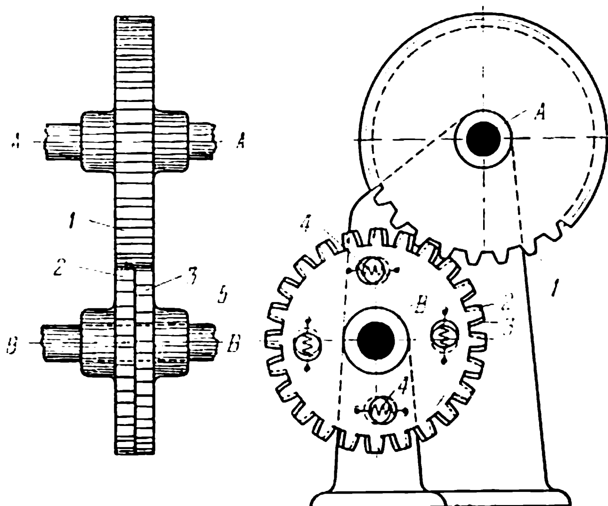
La manivelle *1* est reliée par un doigt *b* à une roue *d* aux dents isocèles. On peut varier la longueur de la manivelle *1* dans les limites de $r_{min} = Bb'$ à $r_{max} = Bb$ en faisant tourner la roue *d* autour d'un axe *A*. La position de la roue *d* peut être fixée à l'aide de l'élément *2* muni de dents *e*. La roue *d* est fixée par un écrou *a*.

105	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL À COIN ET ENGRENAGE SERVANT À RÉGLER L'EXCENTRICITÉ	DS LRg



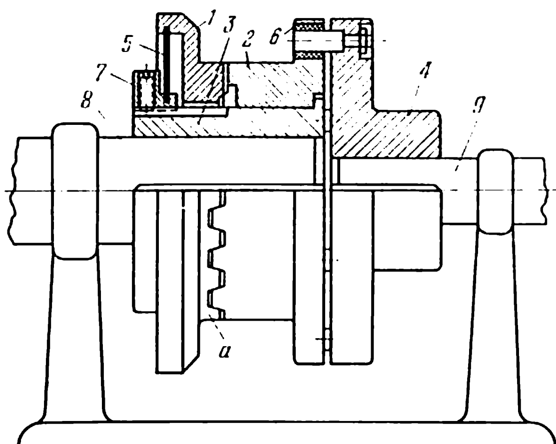
L'élément *1* qui est animé d'un mouvement de translation dans les guides fixes *a* — *a* comporte les doigts *b* qui s'engagent dans les trous *c* des coussinets *4*. L'arbre *3* tournant dans les coussinets *4* est rigidement relié au coin *7* et à la roue dentée *5*. La pièce cylindrique ronde *2* forme un couple de translation avec le coin *7*. Lorsque la roue dentée *6* tourne autour d'un axe *A* — *A*, la roue *5* et l'arbre *3* tournent autour d'un axe *B* — *B*. On peut varier l'excentricité de la pièce *2* en déplaçant l'élément *1* dans les guides *a* — *a* et en le fixant dans la position requise. La variation de l'excentricité peut s'opérer au cours de la rotation de l'arbre *3*.

106	MÉCANISME DENTÉ DESTINÉ AU RATTRAPAGE DU JEU DANS UN ENGRENAGE	DS LRg



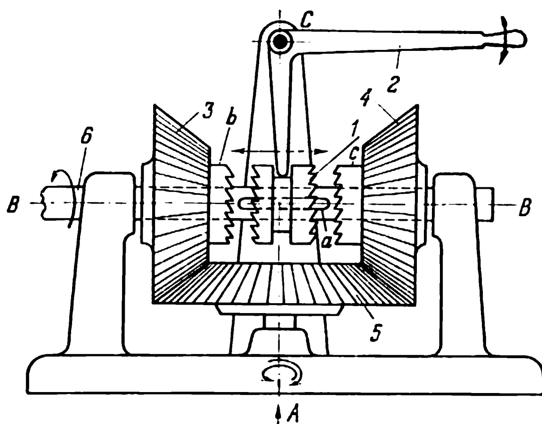
La roue menante *1*, qui est en prise avec les roues menées *2* et *3*, tourne autour d'un axe fixe *A*. Deux roues identiques *2* et *3* tournent autour d'un axe fixe *B*. La roue dentée *2* est rigidement reliée à l'arbre *5*, sur lequel tourne librement la roue *3* reliée à la roue *2* par les ressorts *4*. On rattrape le jeu dans un engrenage au moyen de ressorts.

107	MÉCANISME DENTÉ DU MANCHON DE PROTECTION D'UN ACCOUPLEMENT ÉLASTIQUE	DS Ac



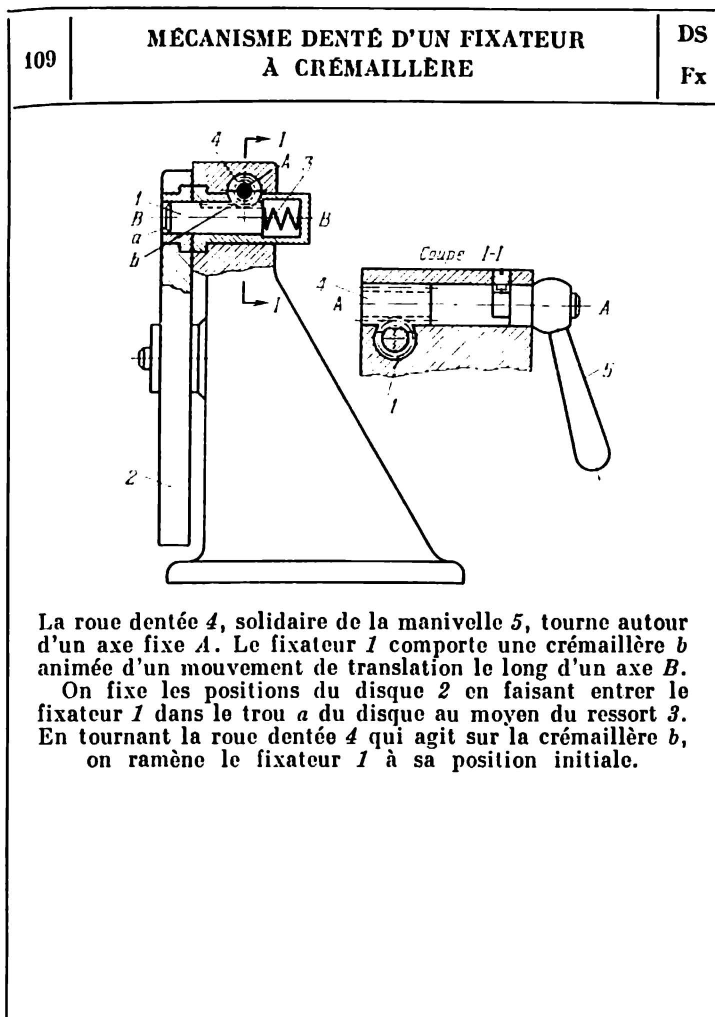
La rotation de l'arbre *8* est transmise par l'intermédiaire de la douille cannelée *3* à la bride *1* comportant les dents *a*. Ces dents permettent de transmettre la rotation à la bride *2* qui comporte des orifices dans lesquels sont introduits des amortisseurs en caoutchouc *6*. Ces orifices reçoivent les doigts de la bride *4* reliée à l'arbre mené *9*. Lorsque le couple moteur dépasse la valeur établie, la bride *1* désengrène de la bride *2* et repousse le disque élastique *5*. La valeur maximum du couple moteur peut être réglée par changement de la position de l'écrou *7*.

108	MÉCANISME DENTÉ DES ROUES CONIQUES À ACCOUPLEMENT RÉVERSIBLE	DS Ac



L'arbre *6* tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue conique *5* tourne autour d'un axe fixe *A*. Un accouplement bilatéral à crabots *1*, glissant sur la clavette *a* de l'arbre *6*, entre en prise avec les couronnes à crabots *b* et *c* des roues coniques *3* et *4*. Ces dernières sont librement montées sur l'arbre *6*. En tournant le levier *2* autour d'un axe fixe *C*, on peut amener la partie droite ou la partie gauche de l'accouplement *1* en prise avec les couronnes *c* et *b*, la roue *5* tournant alors en sens inverse.

109	MÉCANISME DENTÉ D'UN FIXATEUR À CRÉMAILLÈRE	DS Fx



La roue dentée *4*, solidaire de la manivelle *5*, tourne autour d'un axe fixe *A*. Le fixateur *1* comporte une crémaillère *b* animée d'un mouvement de translation le long d'un axe *B*.

On fixe les positions du disque *2* en faisant entrer le fixateur *1* dans le trou *a* du disque au moyen du ressort *3*. En tournant la roue dentée *4* qui agit sur la crémaillère *b*, on ramène le fixateur *1* à sa position initiale.

9. Mécanismes des griffes, des serres et des entretoises (110)

110	MÉCANISME DENTÉ D'UNE SERRE À CRÉMAILLÈRE	DS GS

La manivelle *1* et la roue dentée *2* tournent autour de l'axe *A* de l'élément *5*. La crémaillère *3* coulisse dans les glissières fixes *b* — *b*. Lorsqu'on tourne dans le sens des aiguilles d'une montre la manivelle *1* reliée à la roue dentée *2*, le mouvement est transmis à la crémaillère *3*. En se déplaçant, la crémaillère *3* serre la pièce *4* avec sa saillie *a*, puis la crémaillère cesse de se déplacer. Sous l'action d'une force appliquée à la manivelle *1*, l'élément *5* se déplace vers la gauche, surmontant la résistance du ressort *6*. L'élément *5* comporte un biseau qui lui permet de bloquer la crémaillère *3*. Lorsque la manivelle *1* tourne dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre, l'élément *5* se déplace vers la droite, et la crémaillère *3* se déplace vers la gauche, libérant ainsi la pièce *4*.

111	MÉCANISME DENTÉ D'UN CRIC À CRÉMAILLÈRE AVEC CLIQUET D'ARRÊT	DS AL

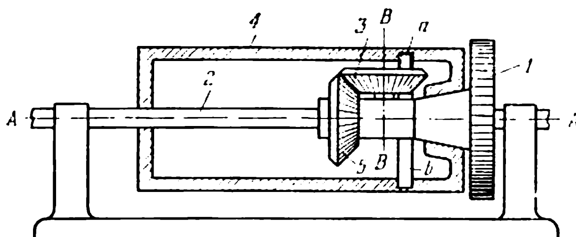
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec les dents droites *b* de l'élément *2* animé d'un mouvement de translation dans une glissière fixe *a*. Lorsqu'on tourne la roue *1* dans le sens indiqué par la flèche, l'élément *2* se déplace vers le haut. Pour empêcher le mouvement de l'élément *2* vers le bas, on a prévu du côté gauche les dents *d* et le cliquet d'arrêt *3* monté fou sur un axe fixe *B*.

11. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux (112-114)

112	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS POUR ARRÊTAGE D'HORLOGERIE	DS DSp

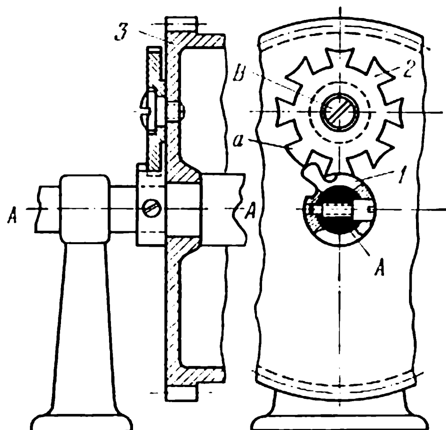
L'élément *1* tourne autour de l'axe fixe *B* — *B* de l'arbre *2* rigidement relié à la roue *3* portant une dent *b*. La roue dentée *4* qui possède sept dents *e* et une saillie *a* tourne autour de l'axe *A* — *A* de l'élément *1*. Lorsque l'élément *1* tourne, l'arc *c* de la dent *e* de la roue *4* glisse sur l'arc de la roue *3*, et la roue *4* ne tourne pas autour de l'axe *A* — *A*. Lorsque la dent *e* de la roue *4* engrène avec la dent *b* de la roue *3*, la roue *4* tourne sur l'axe *A* — *A*. Après sept tours de l'élément *1* la saillie *a* de la roue *4* exerce une pression contre la dent *b* de la roue *3*, et le mécanisme est bloqué. L'élément *1* peut servir d'élément menant, aussi bien que l'arbre *2*. Ce mécanisme est utilisé dans les dispositifs d'horlogerie et permet de limiter le remontage du ressort.

113	MÉCANISME DENTÉ À MOUVEMENT AXIAL DU CYLINDRE DISTRIBUTEUR D'UNE PRESSE À PLATINE	DS DSp



Les roues *1* et *5* tournent autour d'un axe fixe *A — A*. La roue *3* tourne autour d'un axe *B — B* et tourne en même temps que cet axe autour de l'axe *A — A*. Lorsque la roue dentée *1* et la roue conique *5*, solidaire de la roue dentée, tournent autour de l'arbre *2*, sur lequel elles sont librement montées, la roue conique *3* tourne librement autour de son axe *B — B* et autour de l'axe *A — A* de l'arbre *2*. Le doigt *a*, fixé sur la roue *3*, coulisse dans la rainure *b* du cylindre distributeur *4* et le met en mouvement le long de l'axe *A — A* de l'arbre *2*. La valeur du mouvement axial du cylindre *4* est réglée par le déplacement du doigt *a*.

114	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ À TROIS ÉLÉMENTS DESTINÉ À LIMITER LE NOMBRE DE TOURS DE L'AXE DE REMONTAGE D'UN DISPOSITIF D'HORLOGERIE	DS DSp



La roue *1* portant un doigt tourne autour d'un axe fixe *A* — *A*. La roue *2* portant huit dents tourne autour de l'axe *B* du barillet denté *3*. Après sept tours l'axe de barillet *A* — *A* se trouve bloqué, lorsque la roue *1* qui comporte un doigt et qui est fixée sur cet axe vient en contact avec la surface cylindrique de la dent *a* de la roue *2* fixée sur le barillet *3*. Lorsque le ressort placé sur l'axe *A* — *A* se détend, le barillet *3* tourne autour de l'axe fixe *A* — *A* dans le sens opposé à celui du remontage du ressort. La roue *2* roule sur la roue à un doigt *1* de manière qu'à chaque tour du barillet *3* la roue *2* avance d'une dent par rapport à son axe *B*.

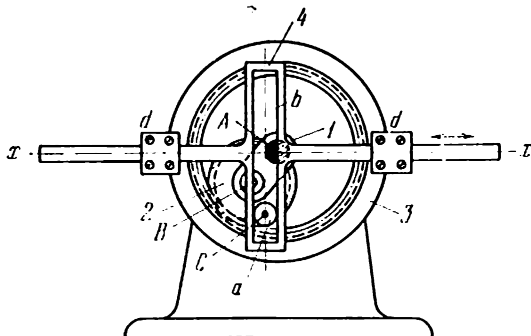
II

Mécanismes à leviers et engrenage LEn

1. Mécanismes à quatre éléments d'usage général Q (115-123). 2. Mécanismes à cinq éléments d'usage général C (124-145). 3. Mécanismes à éléments multiples d'usage général M (146-177). 4. Mécanismes servant à tracer les courbes TC (178-197). 5. Mécanismes pour opérations mathématiques OM (198-218). 6. Mécanismes avec arrêts Ar (219-230). 7. Mécanismes à griffe des caméras GC (231-234). 8. Mécanismes de guidage et d'inversion GI (235-240). 9. Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai ME (241-244). 10. Mécanismes des machines à piston MP (245-246). 11. Mécanismes des machines et appareils produisant des vibrations MV (247-248). 12. Mécanismes des griffes, des serres et des entretoises GS (249-250). 13. Mécanismes des accouplements Ac (251-252). 14. Mécanismes de commutation, d'enclenchement et de déclenchement CE (253). 15. Mécanismes avec éléments de longueur réglable (254). 16. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux DSp (255-288).

1. Mécanismes à quatre éléments d'usage général (115-123)

115	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC COULISSES DE CARDAN	LEn Q

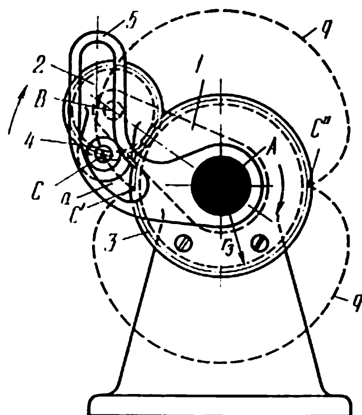


Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec la roue *2* qui engrène avec la roue fixe *3*. La roue *2* porte le doigt *C* glissant dans la rainure *b* de la coulisse *4* en mouvement dans les glissières *d* — *d*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_3 = 2r_2$ et $BC = r_2$, où r_2 et r_3 sont les rayons des roues *2* et *3*. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, le point *C* se déplace suivant une ligne droite qui coïncide avec le diamètre de la roue *3*. Les vitesses angulaires ω_1 et ω_2 du porte-satellites *1* et de la roue *2* sont égales et de sens opposés. La vitesse v_4 de l'élément *4* est égale à

$$v_4 = v_C \cos \alpha,$$

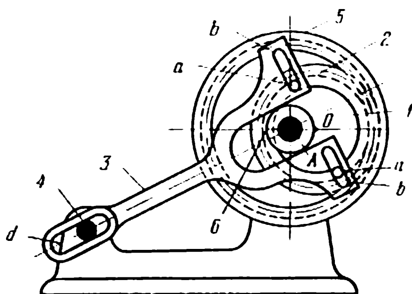
où v_C est la vitesse du point *C* de la roue *2* et α, l'angle constant formé par la direction *AC* avec l'axe *x* — *x*.

116	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC DEUX ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn Q



Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec le satellite *2* qui engrène avec la roue fixe *3*. Le satellite *2* comporte un rouleau *4* mobile autour d'un axe *C*. Le rouleau *4* glisse dans une rainure curviligne *a* de la coulisse *5* mobile autour d'un axe *A*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_3 = 2r_2$ et $BC = r_2$. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, le point *C* décrit une épicycloïde *q — q*. La coulisse *5* marque des arrêts de courte durée aux moments où le point *C* se trouve dans les positions *C'* et *C"*.

117	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET EXCENTRIQUE	LEn Q

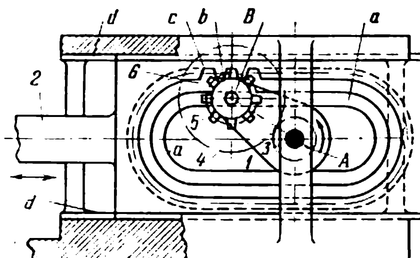


L'excentrique *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, porte une couronne dentée *2* qui engrène avec la roue dentée *5*. Le cadre *3* comporte des rainures *b* qui glissent sur les doigts *a* de la couronne *2*. Le cadre *3*, qui se déplace par rapport au moyeu *6* de l'excentrique, est empêché de tourner par le doigt fixe *4*, sur lequel glisse la rainure *d* du cadre *3*. La roue *2* effectue donc un mouvement de translation à une vitesse égale à la vitesse du centre *O* de l'excentrique *1*. Par conséquent, le rapport de transmission i_{15} est égal à

$$i_{15}=\frac{AO}{r_5}=\frac{z_5-z_2}{z_5},$$

où r_5 est le rayon du cercle primitif de la roue *5*; z_2 et z_5, les nombres de dents des roues *2* et *5*. Si la différence entre les nombres de dents est faible, il est possible d'obtenir des rapports de transmission considérables.

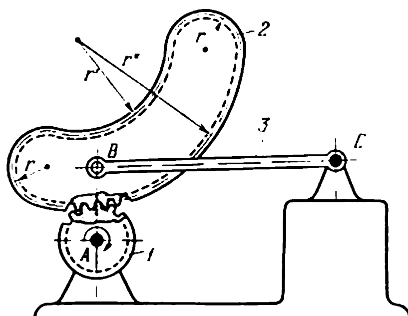
118	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC CRÉMAILLÈRE PROFILÉE	LEn Q



Le levier *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec la roue dentée *5*. Cette dernière est solidaire de la roue dentée *4* qui engrène avec la roue dentée *3* mobile autour d'un axe *A*. Le doigt *b* de la roue *5* coulissant dans la rainure *a* entre en prise avec la crémaillère profilée *c* qui se compose de deux parties rectilignes et de deux parties arquées.

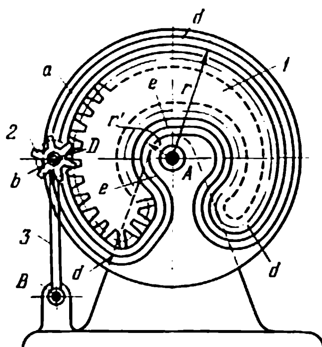
La crémaillère *c* appartient au coulisseau *2* qui glisse dans les guides *d* — *d*. Lorsque la roue menante *3* est animée d'un mouvement uniforme et continu, la roue *5* tourne autour d'un axe *B* en imprimant au coulisseau mené *2* un mouvement de translation qui s'effectue à une vitesse constante au moment où le doigt *b* glisse sur les parties rectilignes de la rainure *a*. Lorsque le doigt *b* passe sur les parties arquées de la rainure *a*, le levier *1* tourne autour de l'axe *A* et le mouvement de la crémaillère *2* devient irrégulier.

119	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ROUE PROFILÉE	LEn Q



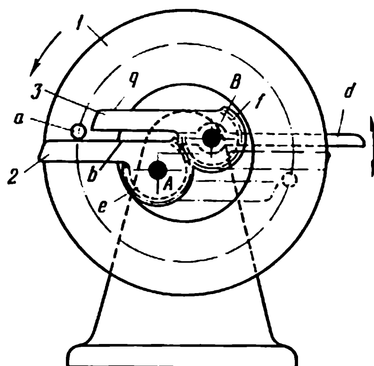
La roue dentée ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue profilée *2*. Le profil de la courbe initiale de la roue *2* est composé de deux arcs de rayon r et des arcs de rayons r' et r''. La condition $r'' - r' = 2r$ est remplie. La roue *2* forme un couple de rotation *B* avec l'élément *3*, mobile autour d'un axe fixe *C*. Lorsque la roue *1* tourne, l'élément *3* effectue un mouvement d'oscillation combiné.

120	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ROUE PROFILÉE ET ARRÊT DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn Q



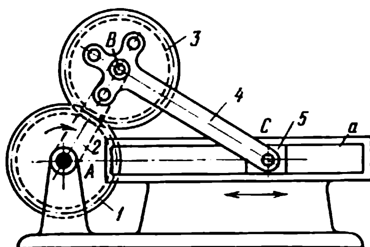
La roue profilée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec une roue ronde *2*. La roue *2* comporte un doigt *b* qui coulisse dans la rainure *a* de la roue *1*. La rainure et le profil de la courbe initiale de la roue *1* sont de forme complexe. Sur les parties *d* — *d*, le profil de la rainure *a* est décrit suivant les arcs de cercle de rayons *r* et *r'*. La roue *2* forme un couple de rotation *D* avec l'élément *3* mobile autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la roue *1* tourne, l'élément *3* reçoit un mouvement d'oscillation combiné, en marquant deux arrêts au moment où les doigts glissent sur les parties *e* — *e*.

121	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE ROTATION D'UNE PALE	LEn Q



Le disque *1* tourne autour d'un axe qui coïncide avec son centre. Le doigt *a*, fixé sur le disque *1*, agit alternativement sur la partie rectiligne *b* de l'élément *2*, mobile autour d'un axe fixe *A*, et sur la partie rectiligne *q* de l'élément *3*, mobile autour d'un axe fixe *B*. L'élément *2* comporte un secteur denté *e* qui engrène avec le secteur *f* de l'élément *3*. Les éléments du mécanisme satisfont à la condition $r_2 = r_3$, où r_2 et r_3 sont les cercles primitifs des secteurs *2* et *3*. Lorsque le disque *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, les éléments *2* et *3* effectuent un mouvement d'oscillation, en tournant d'un angle de 180°. La pale *d*, reliée à l'élément *3*, tourne du même angle.

122	MÉCANISME PLANÉTAIRE À BIELLE ET MANIVELLE, À LEVIERS ET ENGRENAGE, À DENTURE EXTÉRIEURE	LEn Q



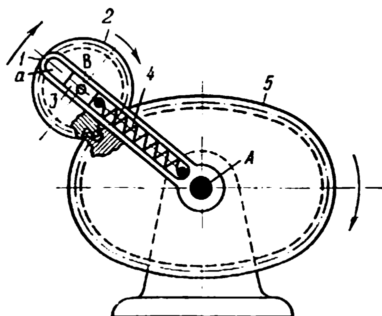
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec la roue dentée *3*, solidaire de la bielle *4*. La manivelle *2* tourne autour de l'axe *A* en formant un couple de rotation *B* avec la bielle *4*. La bielle *4* forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *5* se mouvant dans une glissière *a*. Lorsque la roue menante *1* tourne, le coulisseau *5* reçoit un mouvement alternatif. Le rapport de transmission $i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$, où ω_1 est la vitesse angulaire de la roue *1* et ω_2, la vitesse angulaire de la manivelle *2*, est égal à

$$i_{12} = i_{42} i_{14} + (1 - i_{14}),$$

où $i_{42} = \frac{\omega_4}{\omega_2}$ et $i_{14} = \frac{\omega_1}{\omega_4} = -\frac{z_3}{z_1}$, ω_4 est la vitesse angulaire de la bielle *4* et de la roue *3* solidaire de cette bielle, z_1 et z_3, les nombres de dents des roues *1* et *3*. Le rapport de transmission i_{42} s'obtient à partir des dimensions données des éléments du mécanisme bielle-manivelle *ABC*. Pour un cycle complet de mouvement du mécanisme, le nombre de tours par minute n_2 de la manivelle *2* et le nombre de tours par minute n_1 de la roue *1* sont liés par la condition

$$n_1 = n_2 \frac{z_1 + z_3}{z_1}.$$

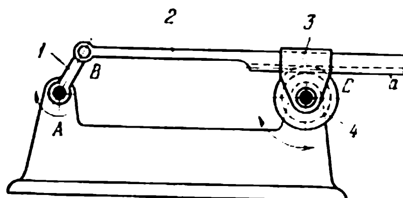
123	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC ROUE NON RONDE	LEn Q



La coulisse *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Dans la rainure radiale *a* de la coulisse *1* glisse le coulisseau *3* qui forme un couple de rotation *B* avec une roue dentée ronde *2*. La roue *2* engrène avec une roue non ronde fixe *5*. Lorsque la coulisse *1* est en mouvement, la roue *2* tourne simultanément autour des axes *A* et *B* et glisse avec le coulisseau *3* dans la rainure *a* de la coulisse *1*. Le ressort *4* assure la constance de l'engrènement des roues *2* et *5*.

2. Mécanismes à cinq éléments d'usage général (124-145)

124	MÉCANISME À CAME ET ENGRENAGE AVEC CRÉMAILLÈRE	LEn C

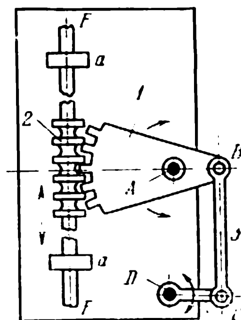


La manivelle *1*, mobile autour d'un axe fixe A, transmet le mouvement à la bielle *2* qui glisse dans la coulisse *3*. Cette dernière tourne autour d'un axe fixe C. La bielle *2* comporte une crémaillère rectiligne a qui engrène avec une roue cylindrique ronde *4*. Lorsque la manivelle *1* est en mouvement, la roue *4* reçoit un mouvement d'oscillation autour de l'axe C. L'angle complet de rotation ψ de la roue *4* dans un sens est égal à

$$\psi=\sqrt{\left(\frac{l+k}{r\pm e}\right)^2-1}-\sqrt{\left(\frac{l-k}{r\pm e}\right)^2-1},$$

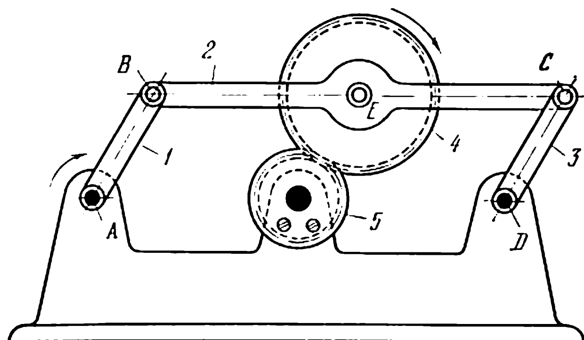
où k est la longueur de l'élément AB; l, la distance AC; r, le rayon du cercle primitif de la roue *4*; e, la plus courte distance entre le point B et la ligne initiale de la crémaillère a dans le sens perpendiculaire à cette dernière.

125	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE, AVEC CRÉMAILLÈRE RONDE	LEn C



Le secteur denté *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec la crémaillère *2* animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a* — *a*. Les dents de la crémaillère *2* sont de forme arrondie, ce qui permet à la crémaillère d'effectuer une rotation supplémentaire autour d'un axe fixe *F*. Le mécanisme du quadrilatère articulé *ABCD* représente un parallélogramme. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions *AB* = *DC* et *BC* = = *AD*. Les vitesses angulaires des éléments *1* et *4* sont égales. Les vitesses des points *B* et *C* sont aussi égales.

126	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC PARALLÉLOGRAMME ET ROUE FIXE	LEn C



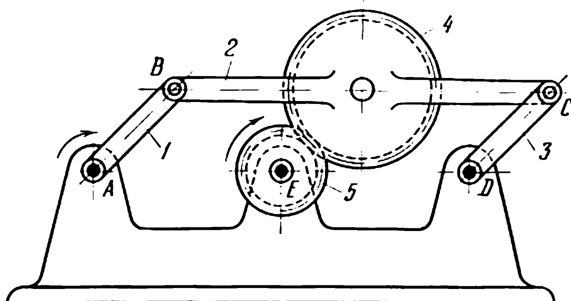
Les manivelles *1* et *3* du parallélogramme articulé *ABCD* tournent autour des axes fixes *A* et *D*. La roue dentée *4* forme un couple de rotation *E* avec une bielle *2* et engrène avec une roue dentée fixe *5*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $AB = DC = r$, $BC = AD$ et $r_4 + r_5 = r$, où r_4 et r_5 sont les rayons des cercles primitifs des roues *4* et *5*. Pour les dimensions admises des éléments, le rapport de transmission i_{14} est égal à

$$i_{14} = \frac{\omega_1}{\omega_4} = \frac{r_4}{r} = \frac{r_4}{r_4 + r_5} = \frac{z_4}{z_4 + z_5},$$

où ω_1 et ω_4 sont les vitesses angulaires de la manivelle *1* et de la roue *4*; z_4 et z_5, les nombres de dents des roues *4* et *5*.

Les vitesses angulaires ω_1 et ω_4 sont de même sens.

127	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE, À DENTURE EXTÉRIEURE	LEn C

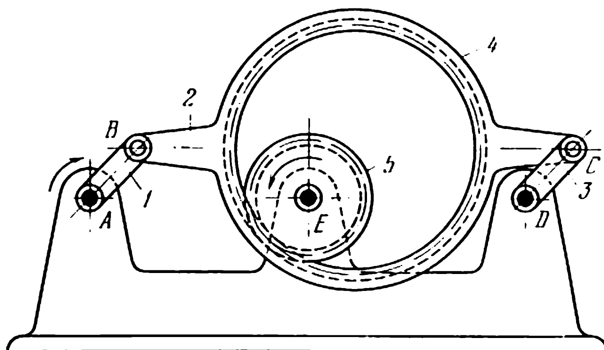


Les manivelles *1* et *3* du parallélogramme articulé *ABCD* tournent autour des axes fixes *A* et *D*. La roue dentée *4*, solidaire de la bielle *2* du parallélogramme, est en prise avec la roue dentée *5*, mobile autour d'un axe fixe *E*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $AB = DC = r$, $BC = AD$ et $r_4 + r_5 = r$, où r_4 et r_5 sont les rayons des cercles primitifs des roues *4* et *5*. Pour les dimensions admises des éléments, le rapport de transmission i_{15} est égal à

$$i_{15} = \frac{\omega_1}{\omega_5} = \frac{r_5}{r} = \frac{r_5}{r_4 + r_5} = \frac{z_5}{z_4 + z_5},$$

où ω_1 et ω_5 sont les vitesses angulaires de la manivelle *1* et de la roue *5*; z_4 et z_5, les nombres de dents des roues *4* et *5*. Les vitesses angulaires ω_1 et ω_5 sont de même sens.

128	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE, À DENTURE INTÉRIEURE, AVEC UN PARALLÉLOGRAMME	LEn C

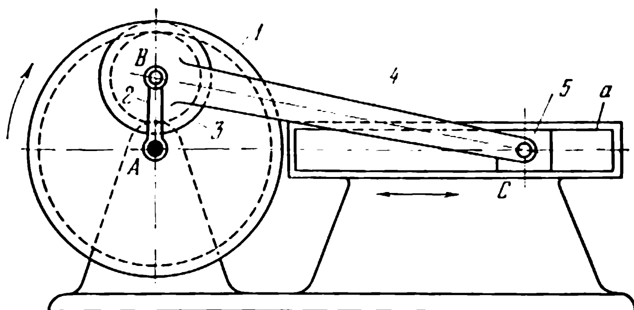


Les manivelles *1* et *3* du parallélogramme articulé $ABCD$ tournent autour des axes fixes A et D. La roue dentée *4*, solidaire de la bielle *2* du parallélogramme, est en prise avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe fixe E. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $AB = DC = r$, $BC = AD$ et $r_4 - r_5 = r$, où r_4 et r_5 sont les rayons des cercles primitifs des roues *4* et *5*. Pour les dimensions admises des éléments, le rapport de transmission i_{15} est égal à

$$i_{15} = \frac{\omega_1}{\omega_5} = \frac{r_5}{r} = \frac{r_5}{r_4 - r_5} = \frac{z_5}{z_4 - z_5},$$

où ω_1 et ω_5 sont les vitesses angulaires de la manivelle *1* et de la roue *5* ; z_4 et z_5, les nombres de dents des roues *4* et *5* ; les vitesses angulaires ω_1 et ω_5 sont de sens opposé. Le mécanisme permet de réaliser un grand rapport de transmission si l'on choisit le nombre de dents z_5 proche de z_4.

129	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSEAU ET MANIVELLE, À LEVIERS ET ENGRENAGE, À DENTURE INTÉRIEURE	LEn C



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec la roue dentée *3* solidaire de la bielle *4*. La manivelle *2*, tournant autour de l'axe *A*, forme un couple de rotation *B* avec la bielle *4*. Celle-ci forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *5* glissant dans un guidage fixe *a*. Lorsque la roue menante *1* est en rotation, le coulisseau *5* reçoit un mouvement alternatif. Le rapport de transmission $i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$, où ω_1 est la vitesse angulaire de la roue *1* et ω_2, la vitesse angulaire de la manivelle *2*, est égal à

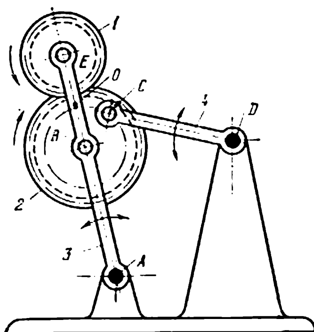
$$i_{12} = i_{42} i_{14} + (i - i_{14}),$$

où $i_{42} = \frac{\omega_4}{\omega_2}$ et $i_{14} = \frac{\omega_1}{\omega_4} = \frac{z_3}{z_1}$, ω_4 est la vitesse angulaire de la bielle *4* et de la roue *3* solidaire de cette bielle. Le rapport de transmission i_{42} s'obtient des dimensions données des éléments du mécanisme à coulisseau et manivelle *ABC*. Pour un cycle complet de mouvement du mécanisme, le nombre n_2 de tours à la minute de la manivelle *2* et le nombre n_1 de tours à la minute de la roue *1* sont liés par la condition $n_1 = n_2 \frac{z_1 - z_3}{z_1}$. Si le nombre de dents satisfait à la condition $z_1 = 2z_3$, on a

$$n_1 = \frac{n_2}{2},$$

c'est-à-dire que pour un tour de la roue *1* le coulisseau *5* effectue deux cycles complets de course aller et retour.

130	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE, À DEUX LEVIERS OSCILLANTS AVEC DEUX ROUES	LEn C



Les leviers oscillants *3* et *4* du mécanisme *ABCD* à quatre éléments articulés à deux leviers oscillants tournent autour des axes fixes *A* et *D*. La bielle *BC* a la forme d'une roue dentée *2* qui forme des couples de rotation *B* et *C* avec les leviers oscillants *3* et *4*. La roue dentée *2* engrène avec la roue dentée *1* tournant autour de l'axe *E* du levier oscillant *3*. Lorsque la roue menante *1* tourne, les leviers oscillants menés *3* et *4* reçoivent un mouvement d'oscillation autour des axes *A* et *D* dont les rapports de transmission i_{13} et i_{14} s'écrivent

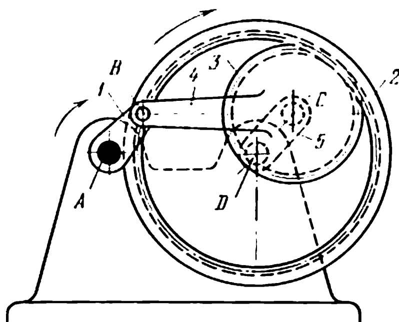
$$i_{13}=\frac{\omega_1}{\omega_3}=\frac{AB}{BO}, \quad i_{12}=\frac{AB}{BO}\frac{z_2}{z_1}$$

et

$$i_{14}=\frac{\omega_1}{\omega_4}=\frac{DC}{CO}, \quad i_{12}=\frac{DC}{CO}\frac{z_2}{z_1},$$

où ω_1, ω_3 et ω_4 sont les vitesses angulaires de la roue *1* et des leviers oscillants *3* et *4*; *AB* et *DC*, les longueurs des leviers oscillants *3* et *4*; *BO* et *CO*, les distances variables entre les points *B* et *C* et le point *O* de croisement des axes des éléments *3* et *4*; z_1 et z_2, les nombres de dents des roues *1* et *2*.

131	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE, À DENTURE INTÉRIEURE, AVEC PARALLÉLOGRAMME	LEn C



Les manivelles *1* et *5* du parallélogramme articulé *ABCD* tournent autour des axes fixes *A* et *D*. La roue dentée *3*, solidaire de la bielle *4* du parallélogramme, est en prise avec la roue dentée *2* tournant autour d'un axe *D*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions

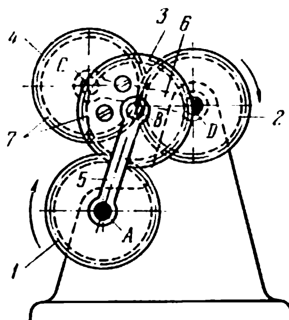
$$AB = DC = r, \quad BC = AD \quad \text{et} \quad r_2 - r_3 = r,$$

où r_2 et r_3 sont les rayons des cercles primitifs des roues *2* et *3*. Pour les dimensions admises des éléments, le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r} = \frac{r_2}{r_2 - r_3} = \frac{z_2}{z_2 - z_3},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires de la manivelle *1* et de la roue *2* ; z_2 et z_3, les nombres de dents des roues *2* et *3*. Les vitesses angulaires ω_1 et ω_2 sont de même sens. Le mécanisme permet d'obtenir un grand rapport de transmission, si l'on choisit le nombre de dents z_3 proche du nombre de dents z_2.

132	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE, À DEUX LEVIERS OSCILLANTS, AVEC QUATRE ROUES	LEn C



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *3*, tournant autour d'un axe *B*. Le levier oscillant *5*, mobile autour d'un axe *A*, forme un couple de rotation *B* avec la bielle *7* qui se présente sous la forme de roues *3* et *4* rendues solidaires. La roue *4* est en prise avec la roue dentée *2*, mobile autour d'un axe fixe *D*. Le levier oscillant *6* tourne autour d'un axe *D* et forme un couple de rotation avec la roue *4*. Les dimensions des roues *1*, *2*, *3* et *4* sont égales, de même que leur nombre de dents. Les vitesses angulaires ω_1, ω_2, ω_5, ω_6, ω_7 des éléments *1*, *2*, *5*, *6* et *7* sont liées par les conditions

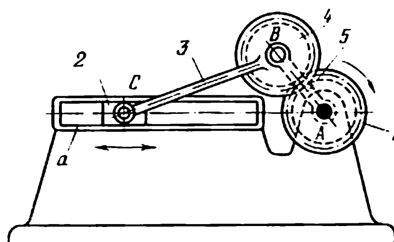
$$\omega_7 = 2\omega_5 - \omega_1 = 2\omega_6 - \omega_2,$$

où ω_5, ω_6 et ω_7 se déterminent d'après les dimensions du mécanisme *ABCD* à quatre éléments articulés, à leviers oscillants, choisies de sorte que

$$AB = DC = 2r \quad \text{et} \quad BC = r,$$

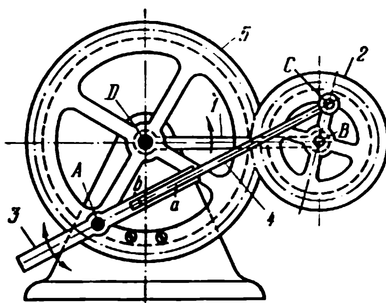
où r est le rayon des cercles primitifs des roues *1*, *2*, *3* et *4*.

133	MÉCANISME PLANÉTAIRE DE WATT À COULISSEAU ET MANIVELLE, À LEVIERS ET ENGRENAGE	LEn C



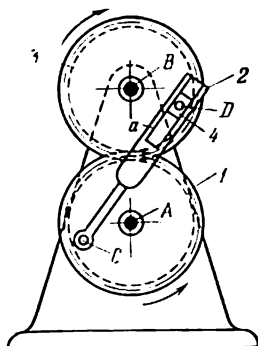
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *4* identique qui est solidaire de la bielle *3*. La manivelle *5* tourne autour d'un axe fixe *A* formant un couple de rotation *B* avec la roue *4*. Celle-ci forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *2* glissant dans un guidage fixe *a*. Lorsque la roue menante *1* tourne autour de l'axe *A*, le coulisseau *2* effectue les courses aller et retour pendant deux tours de la roue *1*, c'est-à-dire que le rapport de transmission i_{15} est égal à $i_{15} = \frac{\omega_1}{\omega_5} = 2$, où ω_1 et ω_5 sont les vitesses angulaires de la roue *1* et de la manivelle *5*.

134	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE	LEn C



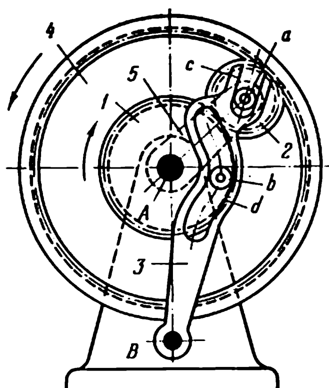
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *D*, forme un couple de rotation *B* avec la roue dentée *2*. La roue *2* engrène avec la roue fixe *5*. L'élément *4* forme un couple de rotation *C* avec la roue *2*, en glissant par son extrémité *a* dans la coulisse *b* de l'élément *3* tournant autour d'un axe fixe *A*. Lorsque l'élément menant *1* tourne autour de l'axe *D*, la roue *2* effectue un mouvement de roulement sur la roue *5*. L'élément *3* effectue un mouvement de balancement autour de l'axe *A*.

135	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC DEUX ROUES RONDES	LEn C



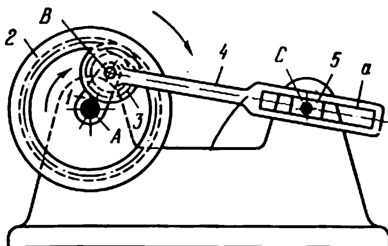
Deux roues dentées identiques *1* et *3* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. La coulisse *2* forme un couple de rotation *C* avec la roue *1*. Le coulisseau *4*, qui forme un couple de rotation *D* avec la roue *3*, se déplace dans le guidage *a* de la coulisse *2*. Lorsque la roue menante *1* tourne, la coulisse *2* effectue un mouvement combiné.

136	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE, AVEC DEUX COULISSES	LEn C



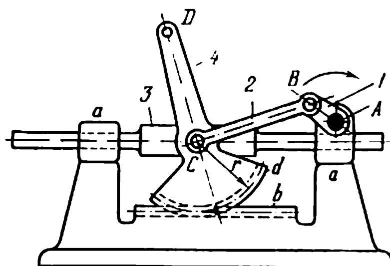
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec le satellite *2* qui est en engrenage intérieur avec la roue dentée *4* tournant autour de l'axe *A*. Le porte-satellites *5*, mobile autour de l'axe *A*, forme un couple de rotation avec le satellite *2*. L'élément *3*, tournant autour d'un axe fixe *B*, possède une coulisse curviligne *d* et une coulisse rectiligne *c*. Le rouleau *b* de la roue *1* glisse dans la coulisse *d*, et le rouleau *a* du satellite *2* glisse dans la coulisse *c*. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, la roue *4* effectue un mouvement combiné non uniforme dont la loi est déterminée par le profil de la coulisse curviligne *d*.

137	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE, AVEC COULISSE RECTILIGNE	LEn C



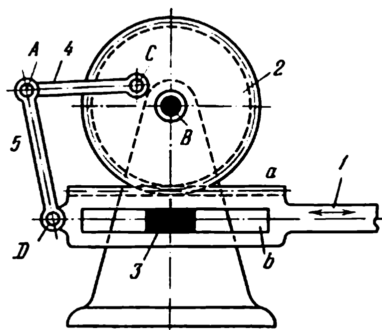
Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec le satellite *3*. Ce dernier engrène intérieurement avec la roue dentée *2* tournant autour de l'axe *A*. L'élément *4*, solidaire du satellite *3*, comporte une coulisse rectiligne *a* qui glisse sur le coulisseau *5* tournant autour d'un axe fixe *C*. Lorsque le porte-satellites *1* est en mouvement uniforme, la roue *2* effectue un mouvement combiné non uniforme dont la loi est fonction du rapport des dimensions des éléments du mécanisme.

138	MÉCANISME À COULISSEAU ET MANIVELLE AVEC SECTEUR DENTÉ ET CRÉMAILLÈRE	LEn C



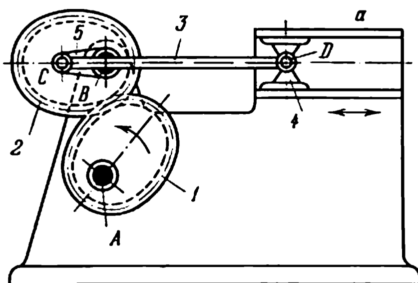
La manivelle *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec la bielle *2* qui, à son tour, forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *3*. Ce dernier se meut dans un guidage fixe *a* — *a*. L'élément *4*, formant un couple de rotation *C* avec le coulisseau *3*, comporte un secteur denté *d* qui engrène avec une crémaillère fixe *b*. Lorsque la manivelle *1* tourne, le secteur *d* roule sur la crémaillère *b*, le point *D* de l'élément *4* décrivant les courbes cycloïdales d'une circonférence de rayon *r*. Le point *D* décrit, en particulier, une cycloïde allongée.

MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC CRÉMAILLÈRE MENANTE



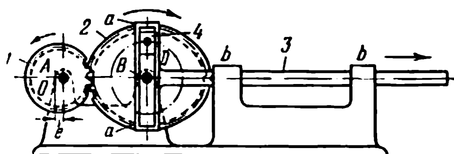
L'élément *1* comporte une rainure dans laquelle glisse le patin rectiligne *3* du montant. La crémaillère *a* de l'élément *1* engrène avec la roue dentée *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les éléments *4* et *5* forment un couple de rotation *A* et des couples de rotation *C* et *D* avec la roue *2* et l'élément *1*. Lorsque l'élément menant *1* est en mouvement alternatif, les éléments *4* et *5* effectuent des mouvements combinés tandis que le point *A* décrit une courbe de bielle composée.

140	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE, À MOUVEMENT UNIFORME DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn C



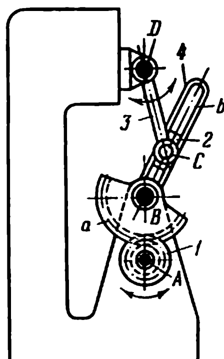
La roue elliptique *1*, mobile autour d'un axe fixe *A* passant par le foyer d'une ellipse, engrène avec une roue *2* identique mobile autour d'un axe fixe *B* qui passe aussi par le foyer d'une ellipse. La manivelle *5* est rendue solidaire de la roue *2*. La bielle *3* forme un couple de rotation *C* avec la manivelle *5* et un couple de rotation *D* avec le coulisseau *4* animé d'un mouvement alternatif dans un guidage fixe *a*. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, la vitesse du coulisseau *4* sur la partie finale de sa course se rapproche d'une vitesse constante.

141	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC DES ROUES RONDE ET NON RONDE	LEn C



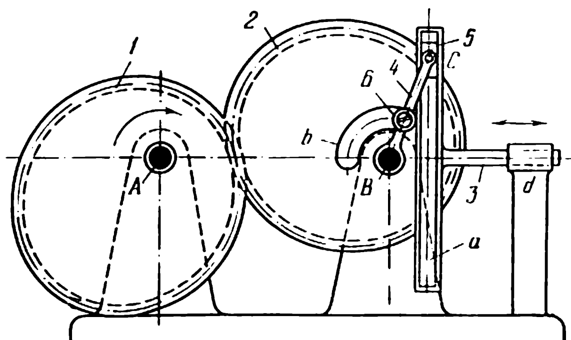
La roue dentée ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A* disposé de façon excentrique par rapport à l'axe géométrique *O* de la roue *1*, engrène avec une roue non ronde *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue *2* est de forme ovale symétrique. Le périmètre de la courbe initiale de la roue *2* est égal au double périmètre du cercle primitif de la roue *1*. La roue *2* forme un couple de rotation avec le coulisseau *4* se mouvant dans la coulisse *a* de l'élément *3*. L'élément *3* est animé d'un mouvement alternatif dans un guidage fixe *b* — *b*. Le rapport de transmission moyen i_{12} pour un cycle complet de mouvement du mécanisme est égal à $i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = 2$, où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement uniforme, la roue *2* effectue un mouvement de rotation non uniforme, en imprimant à l'élément mené *3* un mouvement alternatif dont la loi peut varier si l'on modifie l'excentricité *e* de la roue *1*.

142	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC SECTEUR DENTÉ	LEn C



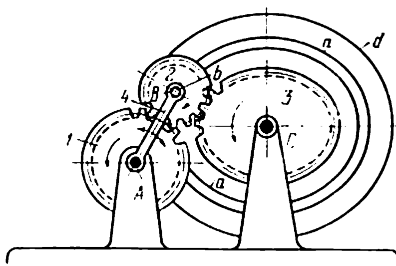
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec le secteur denté *a* de la coulisse *4* tournant autour d'un axe fixe *B*. Le coulisseau *2*, se mouvant dans la rainure *b* de la coulisse *4*, constitue un couple de rotation *C* avec l'élément *3* qui tourne autour d'un axe fixe *D*. Lorsque la roue menante *1* tourne dans les deux sens, l'élément mené *3* reçoit un mouvement de balancement autour de l'axe *D*.

143	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC ROUE ELLIPTIQUE	LEn C



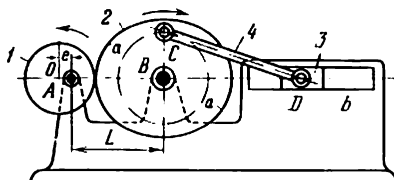
La roue dentée elliptique *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, entre en prise avec une roue dentée elliptique *2* identique, mobile autour d'un axe fixe *B*. Les points *A* et *B* sont les foyers des centroïdes elliptiques initiales des roues *1* et *2*. La manivelle *4*, solidaire de la roue *2*, forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *5* glissant dans la rainure *a* de la coulisse *3* qui se meut dans un guidage fixe *d*. Lorsque la roue menante *1* tourne, la coulisse *3* reçoit un mouvement alternatif. La roue *2* comporte une rainure arquée *b* qui permet de changer le sens du mouvement de la coulisse *3*. En fixant la manivelle *4* en différents points de la rainure *b* au moyen de la vis *6*, on peut varier la loi de mouvement de la coulisse *3*.

144	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ROUES RONDES ET NON RONDES COMPORTANT UNE RAINURE DE VERROUILLAGE	LEn C



La roue dentée ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec une roue dentée ronde *2* mobile autour de l'axe *B* de l'élément *4*. La roue *2* engrène avec une roue dentée non ronde *3* mobile autour d'un axe fixe *C*. Le disque *d*, solidaire de la roue *3*, comporte une rainure *a*, dans laquelle glisse le doigt *b* de l'élément *4*. Le profil de la courbe primitive de la roue *3* a la forme d'ovale symétrique. Le profil de la rainure *a* a aussi la forme d'un ovale, équidistant de l'ovale de la courbe primitive de la roue *3*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement uniforme, la roue menée *3* reçoit un mouvement non uniforme, l'élément *4* effectuant un mouvement de balancement autour de l'axe *A*.

145	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC DES ROUES RONDE ET NON RONDE	LEn C

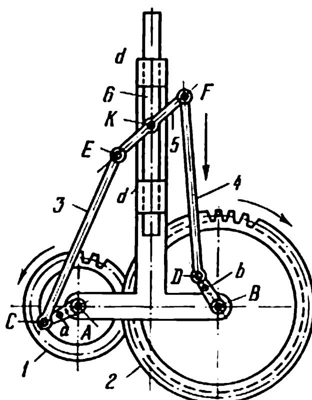


La roue dentée ronde *1* tourne autour d'un axe fixe *A*, situé à la distance *e* de l'axe géométrique *O* de la roue *1*. La roue dentée non ronde *2* tourne autour d'un axe fixe *B*.

Les profils des centroïdes primitives des roues *1* et *2*, représentées sur la figure, satisfont aux conditions suivantes: le profil de la centroïde de la roue *1* est une circonférence de longueur $2\pi r$, où r est le rayon de la roue *1*; le profil de la centroïde de la roue *2* est composé de deux arcs *a*, égaux et symétriques, dont la longueur est égale à $2\pi r$. Pour un cycle complet de mouvement, le rapport de transmission moyen i_{12} de l'engrenage constitué de roues *1* et *2* est égal à $i_{12} = 2$. Le rapport de transmission i_{12} au cours d'un cycle change dans les limites de $i_{min} = \frac{1-\varepsilon}{m-(1-\varepsilon)}$ à $i_{max} = \frac{1+\varepsilon}{m-(1+\varepsilon)}$, où $\varepsilon = \frac{e}{r}$, $m = \frac{L}{r}$ et L est la distance de l'entr'axe AB. La bielle *4* forme le couple de rotation *C* avec la roue *2* et le couple de rotation *D* avec le coulisseau *3* se mouvant dans un guidage fixe *b*. En choisissant les différentes valeurs de l'excentricité *e*, on peut obtenir les différentes lois de mouvement du coulisseau *3*.

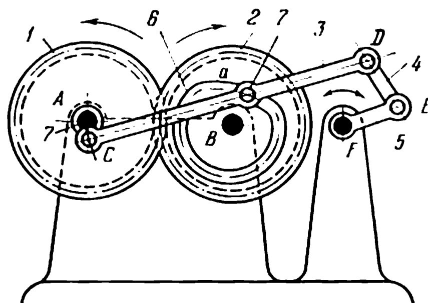
3. Mécanismes à éléments multiples d'usage général (146-177)

146	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA COMMANDE ROMAINE	LEn M



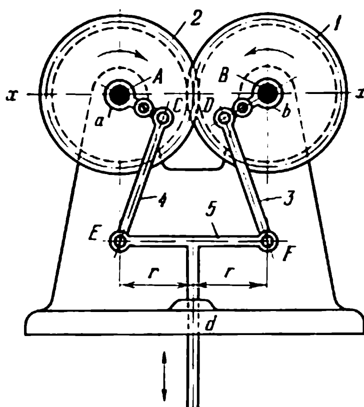
Les roues dentées *1* et *2* tournent autour des axes fixes *A* et *B*. Les manivelles *a* et *b* peuvent être rigidement fixées sur les roues *1* et *2* à des angles différents par rapport à la droite joignant les centres *A* et *B*. Les bielles *3* et *4* forment des couples de rotation *C* et *D* avec les roues *1* et *2* et des couples de rotation *E* et *F* avec la traverse *5* qui constitue un couple de rotation *K* avec le coulisseau *6* glissant dans un guidage *d* — *d*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $AC = BD$, $CE = DF$, $KE = KF$. On peut varier la course du coulisseau *6* en choisissant les dimensions des roues *1* et *2* de manière appropriée et en fixant les manivelles *a* et *b* à des angles différents par rapport à la ligne AB.

147	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC CAME À RAINURE	LEn M



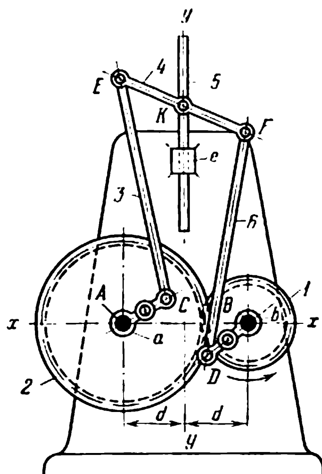
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec une roue dentée *2* mobile autour d'un axe fixe *B*. Les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2* sont égaux entre eux. La manivelle *7*, solidaire de la roue *1*, forme un couple de rotation *C* avec l'élément *3*. La roue *2* est rigidement liée à la came à rainure *6*, dans la rainure *a* de laquelle glisse le rouleau *7* de l'élément *3*. L'élément *3* forme un couple de rotation *D* avec l'élément *4*. Ce dernier forme un couple de rotation *E* avec le levier *5* tournant autour d'un axe fixe *F*. Lorsque la roue *1* tourne, le levier *5* effectue un mouvement de balancement. On obtiendra la loi cinétique requise pour le levier *5* en choisissant de manière adéquate le profil de la rainure *a* de la came *6*.

148	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA COMMANDE D'UN COULISSEAU	LEn M



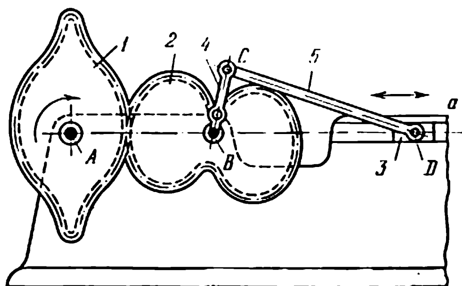
Les roues dentées *1* et *2* qui s'engrènent tournent autour des axes fixes *B* et *A*. Les manivelles *b* et *a*, solidaires des roues *1* et *2*, forment des couples de rotation *D* et *C* avec les bielles *3* et *4*. Les bielles *3* et *4* forment des couples de rotation *F* et *E* avec le coulisseau en T *5* se déplaçant dans un guidage fixe *d* dont l'axe est perpendiculaire à l'axe $x - x$. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_1 = r_2 = r$, où r_1, r_2 et r sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*, $AC = BD$, $CE = DF$. Les angles d'inclinaison des droites AC et BD par rapport à l'axe $x - x$ sont toujours égaux et symétriques. Lorsque la roue *1* tourne, le coulisseau *5* effectue un mouvement alternatif conforme à la loi du coulisseau du mécanisme central à coulisseau et manivelle. Si dans le mécanisme considéré les masses des roues *1* et *2* et des bielles *4* et *3* sont égales, les forces d'inertie des éléments n'exercent aucune pression sur le guide *d*.

149	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC COULISSEAU DE MOUVEMENT VARIABLE	LEn M



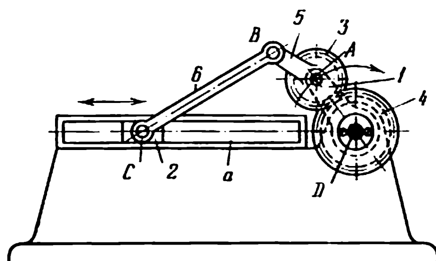
Les roues dentées *1* et *2* qui sont en prise tournent autour des axes fixes *B* et *A*. Les manivelles *b* et *a*, liées rigidement aux roues *1* et *2*, forment des couples de rotation *D* et *C* avec les bielles *6* et *3*. Les bielles *3* et *6* forment des couples de rotation *E* et *F* avec la traverse *4*. Cette dernière forme un couple de rotation *K* avec le coulisseau *5* se mouvant dans un guidage fixe *e* le long de l'axe $y - y$. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_2 = 2r_1$, $AC = BD$, $CE = DF$, $EK = FK$. Dans la position initiale du mécanisme, montrée sur la figure, les angles formés par les lignes *AC* et *BD* avec l'axe $x - x$ sont égaux entre eux et symétriques. La loi de mouvement du coulisseau *5* peut être variée en modifiant la position des manivelles *a* et *b* sur les roues *1* et *2*.

150	MÉCANISME À COULISSEAU ET MANIVELLE, AVEC COULISSEAU DE MOUVEMENT UNIFORME	LEn M



La roue dentée non ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est en prise avec une roue dentée non ronde *2* mobile autour d'un axe fixe *B*. La manivelle *4* du mécanisme *BCD* à coulisseau et manivelle, solidaire de la roue *2*, forme un couple de rotation *C* avec la bielle *5*. La bielle *5* forme un couple de rotation *D* avec le coulisseau *3* glissant dans un guidage fixe *a*. Les centroïdes des roues *1* et *2* sont conçues de telle sorte que lors de la rotation uniforme de la roue *1* le coulisseau *3* effectue des courses aller et retour à une vitesse constante.

151	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSEAU ET MANIVELLE, À LEVIERS ET ENGRENAGE	LEn M

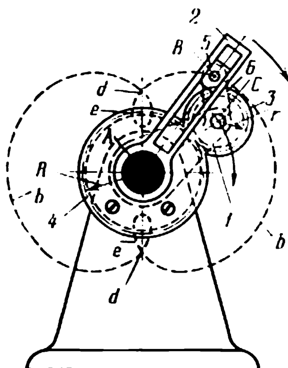


L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe D, forme un couple de rotation A avec la roue *3* qui engrène avec la roue fixe *4*. La roue *3* est solidaire de l'élément *5* qui forme un couple de rotation B avec la bielle *6*. La bielle *6* forme un couple de rotation C avec le coulisseau *2* se mouvant dans un guidage fixe a. Lorsque la roue *3* roule sur la roue *4*, le point B décrit l'épicycloïde allongée du cercle primitif de la roue *4*, si $AB > r_3$, où r_3 est le rayon du cercle primitif de la roue *3*. Si $AB = r_3$, le point B décrit l'épicycloïde, et si $AB < r_3$, le point B décrit l'épicycloïde raccourcie. Le rapport de transmission $i_{15} = \frac{\omega_1}{\omega_5}$, où ω_1 est la vitesse angulaire de l'élément *1* et ω_5, la vitesse angulaire de l'élément *5*, est égal à

$$i_{15} = \frac{1}{1 - i_{34}} = \frac{z_3}{z_3 + z_4},$$

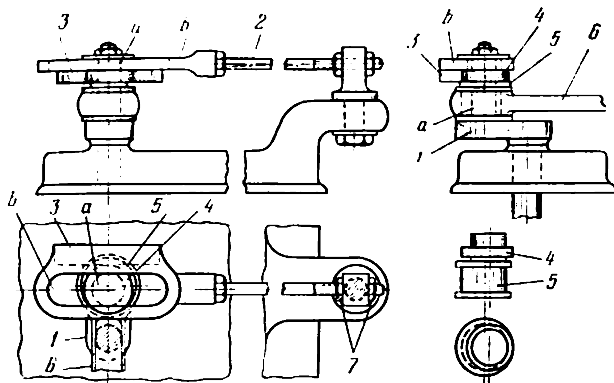
où $i_{34} = -\frac{z_4}{z_3}$, et z_3 et z_4 sont les nombres de dents des roues *3* et *4*. Les diverses lois de mouvement du coulisseau *2* peuvent s'obtenir en choisissant de manière appropriée les rapports entre les nombres de dents z_3 et z_4 et en modifiant la longueur AB. Si $AB = r_3 = r_4$, où r_4 est le rayon du cercle primitif de la roue *4*, le point B décrit la cardioïde du cercle de rayon r_4.

152	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE, AVEC ÉLÉMENT MENÉ À MOUVEMENTS FAIBLEMENT RÉVERSIBLES	LEn M



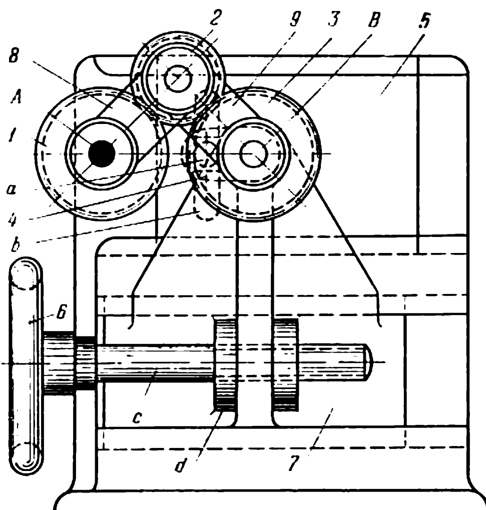
Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *C* avec le satellite *3* qui engrène avec la roue fixe *4*. La manivelle *6*, solidaire du satellite *3*, forme un couple de rotation *B* avec le coulisseau *5* se mouvant dans une coulisse rectiligne *2* tournant autour de l'axe fixe *A*. Le rayon *R* du cercle primitif de la roue *4* est égal à $R = 2r$, où *r* est le rayon du cercle primitif du satellite *3*. L'axe de la coulisse *2* passe par le centre *A*. Si la longueur *CB* de la manivelle *6* dépasse celle du rayon *r*, alors, pour les dimensions admises du mécanisme, le point *B* décrit une épicycloïde allongée *b — b* comportant deux points doubles *d*. Pour un tour complet du porte-satellites *1*, l'élément *2* effectue à deux reprises de faibles mouvements réversibles lorsque le point *B* parcourt les parties de l'épicycloïde qui forment les boucles *e*.

153	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DESTINÉ À MODIFIER LA COURSE DU COULISSEAU	LEn M



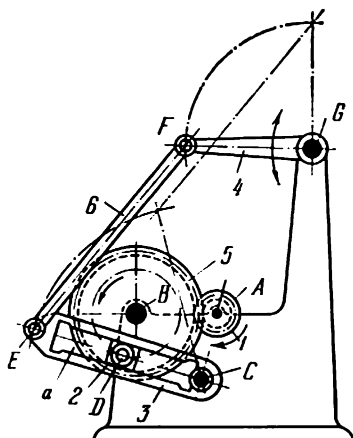
La douille excentrique *5*, autour de laquelle tourne la bielle *6* reliée à un élément mené non représenté sur la figure, est montée sur le doigt *a* de la manivelle *1*. La douille excentrique *5* est reliée à la roue dentée *4* dont l'axe coïncide avec l'axe du doigt *a* de la manivelle *1*. La roue dentée *4* engrène avec la crémaillère *3*, solidaire de la coulisse *2*, dans la rainure *b* de laquelle glisse le doigt allongé *a* de la manivelle. Le nombre de dents de la roue *4* est choisi de telle sorte que lorsque la manivelle tourne de 180° la douille excentrique *5* tourne d'un angle de 180° dans le sens inverse. La longueur de la course de l'élément *6* varie suivant les positions choisies de la manivelle et de la douille *5*. La disposition de la douille *5* est réglée en déplaçant la crémaillère *3* à l'aide des écrous *7*.

154	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE POUR DÉPLACEMENT DU COULISSEAU AU COURS DU MOUVEMENT	LEn M



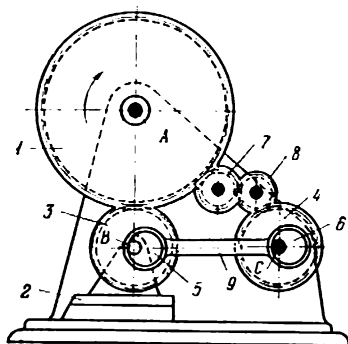
Lorsque la roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*, la mise en mouvement de la roue dentée *3*, tournant autour d'un axe *B*, s'effectue à l'aide de la roue dentée *2*. La roue dentée *3* est reliée au levier *4*. Le rouleau *a* de ce levier, qui se déplace dans la rainure *b* du coulisseau *5*, communique à ce dernier un mouvement alternatif. On règle le déplacement du coulisseau *5* au cours du mouvement en tournant la poignée *6*, sur la vis *c* de laquelle se déplace l'écrou *d* de la glissière *7*. On assure la mise en prise des roues *1*, *2* et *3* à l'aide des éléments *8* et *9*, la distance de l'entr'axe *AB* étant variable.

155	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRANSFORMER LE MOUVEMENT DE ROTATION EN MOUVEMENT OSCILLATOIRE	LEn M



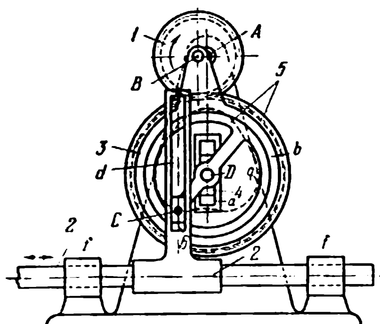
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue *5* forme un couple de rotation *D* avec le coulisseau *2* se déplaçant dans la rainure *a* de la coulisse *3* tournant autour d'un axe fixe *C*. L'élément *6* forme des couples de rotation *E* et *F* avec la coulisse *3* et le levier oscillant *4* mobile autour d'un axe fixe *G*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement uniforme, le levier oscillant *4* reçoit un mouvement de balancement, la vitesse moyenne des courses aller et retour étant différente.

156	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC COULISSEAU DE COURSE VARIABLE	LEn M



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue *3* tournant autour de l'axe *B* du coulisseau *2*. La roue dentée *1* est reliée à la roue *4* qui tourne autour d'un axe fixe *C* par l'intermédiaire des roues dentées *7* et *8*. Lorsque la roue dentée menante *1* tourne, les roues dentées *3* et *4* sont entraînées dans le mouvement de rotation en même temps que les excentriques *5* et *6* fixées sur ces roues. Le nombre de dents des roues dentées *3* et *4* variant, la position relative des excentriques change, modifiant ainsi la longueur de la course du coulisseau *2* entraîné en mouvement par la tige d'excentrique *9*. Le mécanisme reproduit le mouvement alternatif du coulisseau *2* à marche variable.

157	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC COULISSE DE MOUVEMENT APPROXIMATIVEMENT UNIFORME	LEn M!



La roue dentée 1, montée de façon excentrique, tourne autour d'un axe fixe A et engrène avec la roue dentée 5. La roue 5 est mobile autour de l'axe D du coulisseau 4 glissant dans le guidage a du montant. La roue 1 forme un couple de rotation B avec l'élément 3 qui constitue, à son tour, avec le coulisseau 4 un couple de rotation se présentant sous la forme d'une douille élargie b. La roue 5 forme un couple de rotation C avec le coulisseau 6 se mouvant dans la rainure d de la coulisse 2 qui glisse dans un guidage fixe $f - f$. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_5 = 2r_1$, $AB = 0{,}125r_1$, $BD = 3r_1$, $DC = r_1$. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, le point C décrit une courbe q. Lorsque la roue 1 est en mouvement uniforme, la coulisse 2 effectue un mouvement approximativement uniforme au cours de sa marche avant. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, les vitesses angulaires ω_1, ω_5 et ω_3 des roues 1 et 5 et de la bielle 3 sont liées par la condition

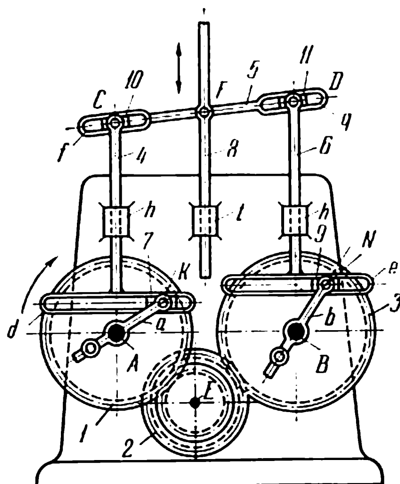
$$\omega_5 = \frac{3\omega_3 - \omega_1}{2}.$$

La vitesse angulaire ω_3 est déterminée d'après les dimensions données des éléments du mécanisme à coulisseau et manivelle ABD.

158	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC COULISSE À COURSE VARIABLE	LEn M

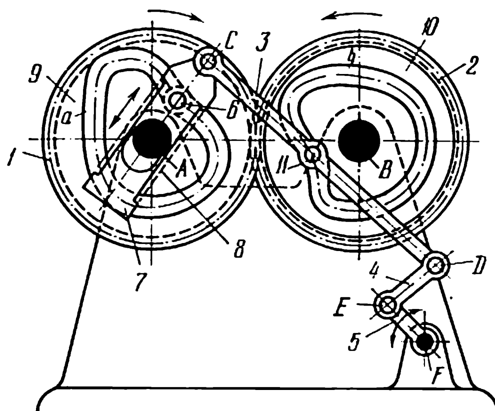
La manivelle *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec le coulisseau *6* glissant dans la rainure *d* de la coulisse *3* qui se meut dans un guidage fixe *e — e*. La crémaillère *a*, solidaire de la coulisse *3*, engrène avec le secteur denté *b* de l'élément *4* tournant autour d'un axe fixe *C*. L'élément *4* forme un couple de rotation *D* avec le coulisseau *5* se mouvant dans la rainure *f* de la coulisse *2* qui glisse dans un guidage fixe *m — m*. Lorsque la manivelle menante *1* est en rotation, la coulisse *2* reçoit un mouvement alternatif. Le mouvement de la coulisse *2* peut être varié en modifiant la distance *CD*, c.-à-d. en fixant l'axe de rotation *D* du coulisseau *5* en divers points du guidage *q* de l'élément *4*.

159	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC TIGE À COURSE RÉGLABLE	LEn M

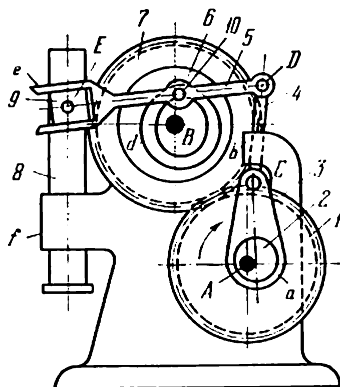


La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une roue dentée *2* mobile autour d'un axe fixe *E*. La roue *2* engrène avec une roue *3* mobile autour d'un axe fixe *B*. Les manivelles *a* et *b*, solidaires des roues *1* et *3*, forment des couples de rotation *K* et *N* avec les coulisseaux *7* et *9* glissant dans les rainures *d* et *e* des éléments *4* et *6*. Ces derniers se meuvent dans des guidages fixes *h* — *h*. Les éléments *4* et *6* forment des couples de rotation *C* et *D* avec les coulisseaux *10* et *11* se mouvant dans les rainures *f* et *q* de l'élément *5*. L'élément *5* forme un couple de rotation *F* avec la tige *8* glissant dans un guidage fixe *t*. Lorsque la roue *1* tourne, la tige *8* reçoit un mouvement alternatif. La course et la loi cinétique de la tige *8* peuvent être variées en fixant les manivelles *a* et *b* dans différentes positions sur les roues *1* et *3*.

160	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC DEUX CAMES À RAINURE	LEn M

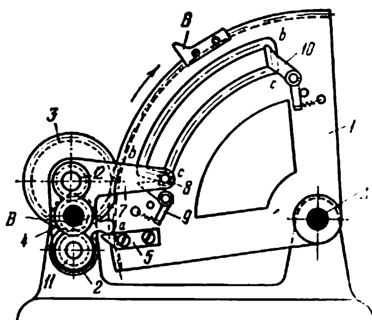


La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2* sont égaux. La roue *1* forme un couple de translation avec l'élément *7* qui glisse dans le guidage *8* appartenant à la roue *1*. La came à rainure *9* est rendue solidaire de la roue *1*. Le rouleau *6* appartenant au coulisseau *7* glisse dans la rainure *a* de la came *9*. Le rouleau *11* appartenant à l'élément *3* glisse dans la rainure *b* de la came *10* solidaire de la roue *2*. L'élément *3* forme des couples de rotation *C* et *D* avec les éléments *7* et *4*. L'élément *4* forme un couple de rotation *E* avec le levier *5* tournant autour d'un axe fixe *F*. Lorsque la roue *1* tourne, le levier *5* reçoit un mouvement d'oscillation. On obtiendra la loi cinétique voulue du levier *5* en choisissant de manière adéquate les profils des rainures *a* et *b* des cames *9* et *10*.



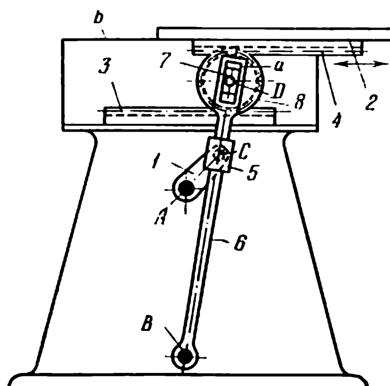
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une roue dentée *7* tournant autour d'un axe fixe *B*. L'excentrique *2*, solidaire de la roue *1*, constitue un couple de rotation qui a la forme d'une douille comportant l'élément *3*. L'élément *3* forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *4* qui glisse dans un guidage *b*. Le rouleau *10* appartenant à l'élément *5* glisse dans la rainure *d* de la came *6* qui est solidaire de la roue *7*. L'élément *5* forme un couple de rotation *D* avec le coulisseau *4* et un couple de translation avec le coulisseau *9* glissant dans la coulisse *e*. Le coulisseau *9* constitue un couple de rotation *E* avec le coulisseau *8* glissant dans un guidage fixe *f*. Lorsque la roue *1* tourne, la tige *8* reçoit un mouvement alternatif. On obtiendra la loi cinétique voulue de la tige *8* en choisissant de manière adéquate le profil de la rainure *d* de la coulisse *6*.

162	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ÉLÉMENT MENÉ À DIRECTION ET À VITESSE VARIABLES	LEn M



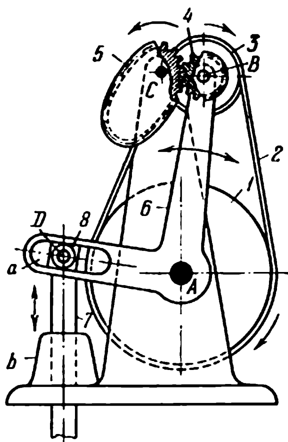
Le mécanisme transforme le mouvement oscillatoire du secteur denté *1*, pivotant autour d'un axe fixe *A*, en un mouvement de rotation de la roue dentée *4* à vitesse variable. La direction et la vitesse de rotation de la roue *4* varient selon la direction du mouvement du secteur *1*. Lorsque le secteur *1* se déplace dans le sens indiqué par la flèche, le rouleau *8* qui se trouve à l'extrémité du levier *7* se déplace dans la rainure intérieure c — c du secteur *1*. La rotation de la roue dentée *3*, qui est en prise avec le secteur denté *1*, est transmise à la roue menée *4* par l'intermédiaire de la roue dentée *12* rendue solidaire du secteur denté *1*. Le cliquet *5* contactant la saillie du levier *7* désengrène la roue dentée *3* du secteur denté *1*, en provoquant simultanément l'engrenage du secteur avec la roue dentée *2*. A ce moment la direction du mouvement du secteur *1* change. Lorsque le secteur *1* se déplace dans le sens opposé à celui indiqué par la flèche, le rouleau *8* qui se trouve à l'extrémité du levier *7* est animé d'un mouvement dans la rainure extérieure *b* — *b*, le cliquet *9* lui bloquant ainsi le passage dans la rainure intérieure. La roue *2*, rigidement liée à la roue dentée *11*, commande le mouvement de rotation de la roue menée *4*. Quand la saillie *a* du levier *7* touche le cliquet *6*, la roue dentée *2* est dégagée de l'engrenage avec le secteur *1* qui engrène aussitôt avec la roue dentée *3*. Le rouleau *8* passe donc dans la rainure intérieure c — c et le cliquet *10* l'empêche de revenir en arrière. Par suite, le secteur *1* tourne dans le sens opposé. La vitesse de rotation de la roue menée changera avec la variation du sens de mouvement du secteur menant *1* grâce à la différence des diamètres des roues dentées *2* et *3*.

163	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DU DUPLICATEUR DE COURSE DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn M



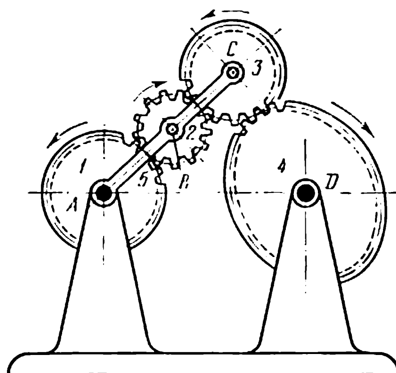
La manivelle *1* tourne autour d'un axe fixe *A*, formant un couple de rotation *C* avec le coulisseau *5*. Le coulisseau *5* glisse dans la coulisse *6* tournant autour d'un axe fixe *B*. Le coulisseau *7* qui constitue un couple de rotation *D* avec la roue dentée *8* glisse dans la rainure *a* de la coulisse *6*. La roue *8* engrène avec la crémaillère fixe *3* et la crémaillère mobile *4* appartenant au coulisseau *2* qui glisse dans un guidage *b*. Lorsque la manivelle *1* tourne, le coulisseau *2* effectue un mouvement alternatif à une vitesse deux fois égale à celle du point *D*. On obtient ainsi la duplication de la course du coulisseau *2* par rapport au mouvement du point *D*.

164	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC UNE ROUE NON RONDE ET UN ÉLÉMENT FLEXIBLE	LEn M



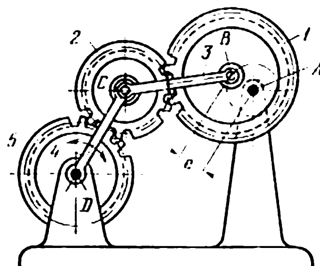
La poulie ronde *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément flexible *2* embrasse la poulie *1* et la poulie *3* tournant autour d'un axe *B*. La roue dentée ronde *4*, solidaire de la poulie *3*, engrène avec une roue dentée non ronde *5* tournant autour d'un axe fixe *C*. Le levier *6*, mobile autour de l'axe fixe *A*, forme un couple de rotation avec les éléments *3* et *4* et un couple de translation *D* avec le coulisseau *8* se mouvant dans la coulisse *a* appartenant au levier *6*. La tige *7*, glissant dans un guidage fixe *b*, constitue un couple de rotation avec le coulisseau *8*. Lorsque la poulie *1* tourne, le levier *6* reçoit un mouvement d'oscillation. Par suite, la tige *7* effectue un mouvement alternatif dans le guidage *b*. La loi de mouvement du levier *6* et de la tige *7* dépend du profil qu'on aura choisi pour la centroïde de la roue non ronde *5*.

165	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC DES ROUES RONDES ET NON RONDE	LEn M



La roue dentée ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée ronde *2* qui tourne autour de l'axe *B* de l'élément *5*. La roue *2* engrène avec une roue dentée ronde *3* mobile autour de l'axe *C* de l'élément *5*. La roue *3* engrène avec une roue dentée non ronde *4* mobile autour d'un axe fixe *D*, le profil du cercle primitif de cette roue ayant la forme d'un ovale symétrique. L'élément *5* est mobile autour de l'axe fixe *A*. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, la roue menée *4* reçoit un mouvement non uniforme. L'effort de contact entre les roues *3* et *4* est assuré par le poids des roues *2* et *3* et de l'élément *5*. Le changement de l'entr'axe *CD* se fait par rotation de l'élément *5* autour de l'axe *A*.

166	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC UNE ROUE EXCENTRIQUE COULISSANTE	LEn M



La roue dentée ronde *1* tourne autour d'un axe fixe *A* situé à la distance *e* de l'axe géométrique *B* de la roue *1*. La roue *1* engrène avec la roue *2* qui est, à son tour, en prise avec la roue *5* tournant autour d'un axe fixe *D*. Les éléments *3* et *4* forment des couples de rotation cinématiques *B*, *C* et *D* avec les roues *1*, *2* et *5* et avec le montant. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement uniforme, la roue réceptrice *5* reçoit un mouvement non uniforme. La loi de mouvement de la roue *5* peut être variée en diminuant ou en augmentant l'excentricité *e*.

Les vitesses angulaires ω_1, ω_2, ω_4, ω_5 des roues *1*, *2* de l'élément *4* et de la roue *5* du mécanisme sont liées par des relations

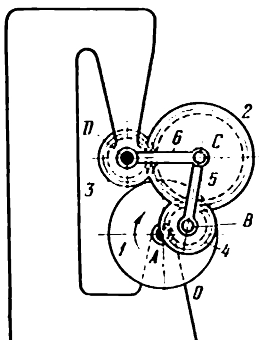
$$\omega_5 = \omega_1 \frac{i_{21}}{i_{25}} + \omega_2 \frac{1 - i_{21}}{i_{25}} - \omega_4 \frac{1 - i_{25}}{i_{25}},$$

où

$$i_{25} = \frac{\omega_2}{\omega_5} = -\frac{z_5}{z_2}, \quad i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = -\frac{z_1}{z_2},$$

où z_1, z_2 et z_5 sont les nombres de dents des roues *1*, *2* et *5*. Les vitesses angulaires ω_4 et ω_5 peuvent être déterminées d'après les dimensions données des éléments du mécanisme à quatre éléments articulés *ABCD*.

167	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE, AVEC LEVIER OSCILLANT ET MANIVELLE	LEn M



La manivelle *1*, qui se présente sous la forme d'un disque, tourne autour d'un axe fixe *A* et constitue des couples de rotation *B* avec la bielle *5* et la roue dentée *4*. La bielle *5* forme un couple de rotation *C* avec le levier oscillant *6* animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe fixe *D*. La roue *4* engrène avec la roue *2* mobile autour d'un axe *C*. La roue *2* engrène, à son tour, avec la roue *3* rendue solidaire du montant. Lorsque la manivelle *1* tourne, les roues *2* et *4* effectuent un mouvement combiné. Les rapports de transmission i_{12} et i_{14} sont tels que

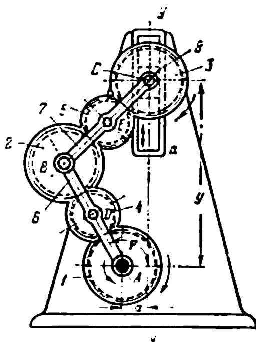
$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{i_{16}}{1-i_{23}}=i_{16}\frac{z_2}{z_2+z_3}$$

et

$$i_{14}=\frac{\omega_1}{\omega_4}=\frac{i_{15}}{1-i_{42}}=i_{15}\frac{z_2}{z_2+z_4},$$

où ω_1, ω_2, ω_4 sont les vitesses angulaires de l'élément *1* et des roues *2* et *4* ; z_2, z_3, z_4, les nombres de dents des roues *2*, *3* et *4*. Les rapports de transmission $i_{15}=\frac{\omega_1}{\omega_5}$ et $i_{16}=\frac{\omega_1}{\omega_6}$, où ω_1, ω_5 et ω_6 sont les vitesses angulaires des éléments *1*, *5* et *6*, sont déterminés d'après les dimensions données des éléments du mécanisme *ABCD* à levier oscillant et manivelle.

168	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL À LEVIERS ET ENGRENAGE, AVEC COULISSEAU ET MANIVELLE	LEn M



La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. La manivelle *6* tourne également autour de l'axe *A* de façon indépendante. La roue *1* engrène avec la roue *4* tournant autour de l'axe *D* de la manivelle *6* et engrenant, à son tour, avec la roue *2* mobile autour d'un axe *B*. La roue *5* tourne autour de l'axe *E* de la bielle *7* et met en rotation la roue *3* autour d'un axe *C*. La bielle *7* et la roue *3* constituent un couple de rotation *C* avec le coulisseau *8* glissant dans un guidage fixe *a*. Etant donné que les dimensions des roues *1*, *2*, *3* d'une part et des roues *4*, *5* de l'autre sont égales, la longueur de l'élément *6* est égale à celle de la bielle *7*. Lorsque la roue motrice *1* tourne à une vitesse angulaire ω_1 et lorsque la manivelle menante *6* tourne à une vitesse angulaire ω_6, indépendante de la vitesse angulaire ω_1, la roue réceptrice *3* tournera autour de l'axe *C* à une vitesse angulaire ω_3 et se déplacera d'un mouvement alternatif le long de l'axe $y - y$. Le déplacement de la roue *3* sera égal à

$$y = l\,(\sin\varphi \pm \sqrt{1 - (\varkappa - \cos\varphi)^2}),$$

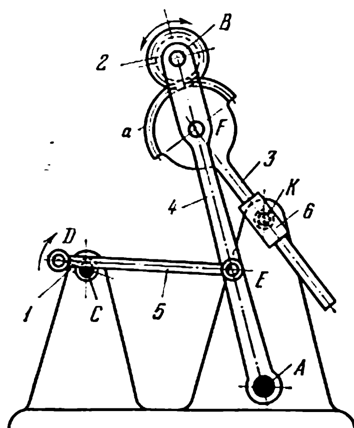
où l est la longueur des éléments *6* et *7*, $\varkappa = \frac{a}{l}$ et φ, l'angle de rotation de la manivelle *6*.

Si $a = 0$, le déplacement y est égal à

$$y = 2l\sin\varphi.$$

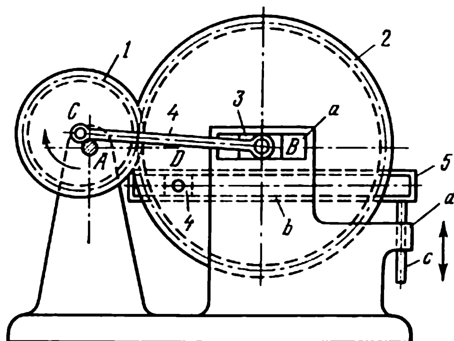
En variant les vitesses angulaires ω_1 et ω_6 et leurs sens, on peut obtenir différentes lois de mouvement de la roue réceptrice *3*.

169	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE	LEn M



La manivelle *1*, mobile autour d'un axe fixe *C*, constitue un couple de rotation *D* avec l'élément *5*, ce dernier forme un couple de rotation *E* avec le levier oscillant *4* tournant autour d'un axe fixe *A*. Le levier oscillant *4* constitue un couple de rotation *F* avec l'élément *3* glissant dans la coulisse *6* mobile autour d'un axe fixe *K*. L'élément *3* possède un secteur denté *a* qui engrène avec la roue dentée *2*. Celle-ci forme un couple de rotation *B* avec le levier oscillant *4*. Lorsque la manivelle *1* tourne, la roue *2* effectue un mouvement non uniforme combiné déterminé par les dimensions des éléments.

170	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE	LEn M

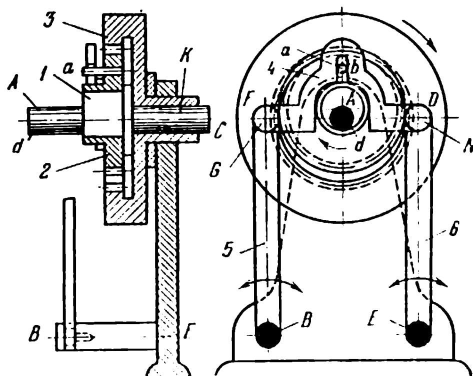


La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *2* qui tourne autour de l'axe *B* appartenant au coulisseau *3*. Le coulisseau *3* se meut dans un guidage fixe *a*. La bielle *4* forme des couples de rotation *C* et *B* avec la roue *1* et le coulisseau *3*. La roue *2* constitue un couple de rotation *D* avec le coulisseau *4* qui glisse dans la rainure *b* de la coulisse *5* dont la tige *c* se meut dans un guidage fixe *d*. Lorsque la roue *1* tourne, la coulisse *5* reçoit un mouvement alternatif. Les vitesses angulaires ω_1, ω_2 et ω_4 des roues *1* et *2* et de la bielle *4* sont liées par la relation

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{1}{i_{12}} - \omega_4 \frac{1 - i_{12}}{i_{12}},$$

où $i_{12} = -\frac{z_2}{z_1}$, z_1 et z_2 sont les nombres de dents des roues *1* et *2*. La vitesse angulaire ω_4 peut être déterminée d'après les dimensions données des éléments du mécanisme *ACB* à coulisseau et manivelle.

171	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ROUES À MOUVEMENT PROGRESSIF	LEn M

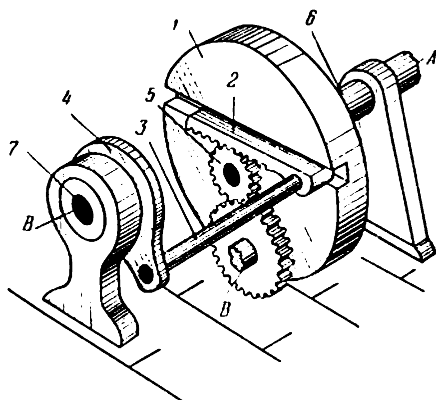


La roue dentée *2*, avec l'excentrique *1* solidaire de cette roue, tourne autour d'un axe fixe *A* et engrène avec la roue *3* mobile autour d'un axe fixe *C*. La roue *2* comporte un doigt *a* qui s'engage dans la rainure *b* appartenant à l'élément *4*. L'élément *4* forme des couples de rotation *G* et *N* avec les éléments *5* et *6* tournant autour des axes fixes *B* et *E*. Lorsque l'arbre menant *d* est en rotation uniforme, la roue *2* reçoit un mouvement de translation, et la roue menée *3*, qui se meut sur l'arbre *k*, tourne autour de l'axe *C* à une vitesse angulaire constante. Les éléments du mécanisme satisfont aux conditions $BG = EN$ et $GN = BE$, c'est-à-dire que la figure *BGNE* est un parallélogramme. Le rapport de transmission i_{dk} de l'arbre *d* à l'arbre *k* est égal à

$$i_{dk} = \frac{z_3 - z_2}{z_3},$$

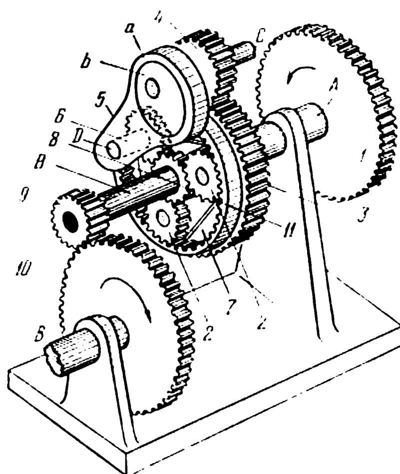
où z_2 et z_3 sont les nombres de dents des roues *2* et *3*. Si la différence entre les nombres de dents n'est pas grande, il est possible d'obtenir de grands rapports de transmission.

172	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE DESTINÉ À REPRODUIRE LE MOUVEMENT NON UNIFORME DE L'ARBRE MENÉ	LEn M



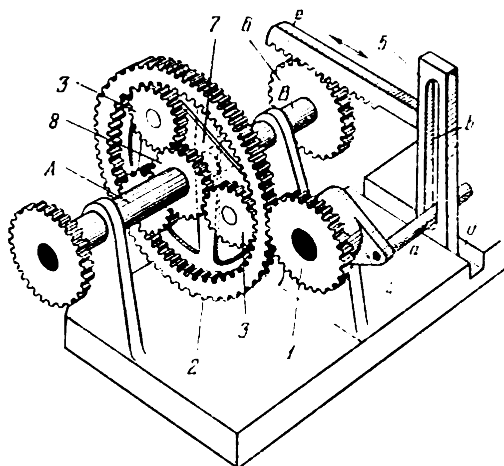
Lorsque l'arbre *6* tourne autour d'un axe fixe *A*, le disque *1* avec la crémaillère *2* reçoivent un mouvement de rotation. La crémaillère *2* est reliée par le levier *3* à l'élément *4* monté fou sur l'arbre *7* qui tourne autour d'un axe fixe *B* parallèle à l'axe *A*. La crémaillère reçoit un mouvement alternatif supplémentaire dans la rainure du disque *1*. La roue dentée *5* et l'arbre *7* sont entraînés dans le mouvement conformément à des lois variant selon les rapports des dimensions des éléments.

173	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DESTINÉ À REPRODUIRE LA ROTATION NON UNIFORME DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn M



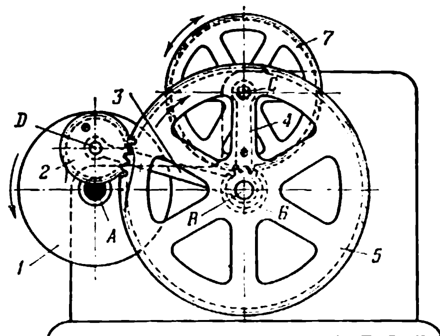
Les commandes indépendantes des arbres *A* et *B* sont réalisées au moyen d'engrenages qui sont en prise avec les roues *1* et *10*. La roue dentée *3*, solidaire de l'arbre *A*, engrène avec la roue dentée *4* mobile autour d'un axe fixe *C*. L'excentrique rond *b*, solidaire de la roue *4*, est embrassé par une douille *a* appartenant à l'élément *5* qui constitue un couple de rotation *D* avec le porte-satellites *7*. La roue dentée *8*, solidaire de l'arbre *A*, engrène avec les satellites *2* qui forment des couples de rotation avec le porte-satellites *7* et qui engrènent avec la roue dentée *11* à denture intérieure. Lorsque les roues dentées *1* et *9* sont en mouvement uniforme, le porte-satellites reçoit un mouvement non uniforme.

174	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE DESTINÉ À REPRODUIRE LE MOUVEMENT COMBINÉ DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn M



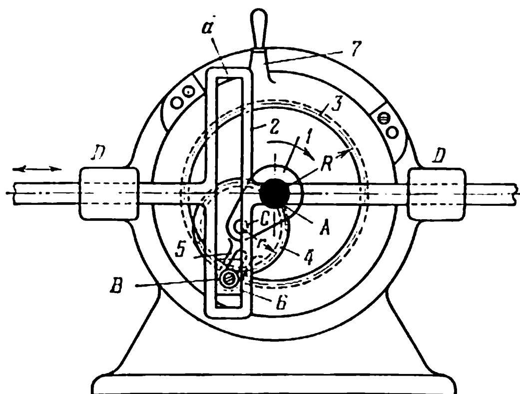
Le levier *4*, solidaire de la roue dentée motrice *1*, porte un doigt *a* glissant dans la rainure rectiligne *b* de l'élément *5*. L'élément *5* se meut dans un guidage fixe *d* et comporte une crémaillère *e* qui engrène avec une roue dentée *6*. La roue *6* et le porte-satellites *7* sont solidaires de l'arbre *B*. Le porte-satellites *7* forme des couples de rotation avec les satellites *3*. Les satellites *3* entrent en prise intérieure avec la roue dentée *2* et en prise avec la roue dentée *8* solidaire de l'arbre *A*. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, l'arbre *A* reçoit un mouvement de rotation non uniforme et peut suivre diverses lois complexes définies par les dimensions des éléments.

175	MÉCANISME PLANÉTAIRE RÉVERSIBLE À LEVIERS ET ENGRENAGE	LEn M



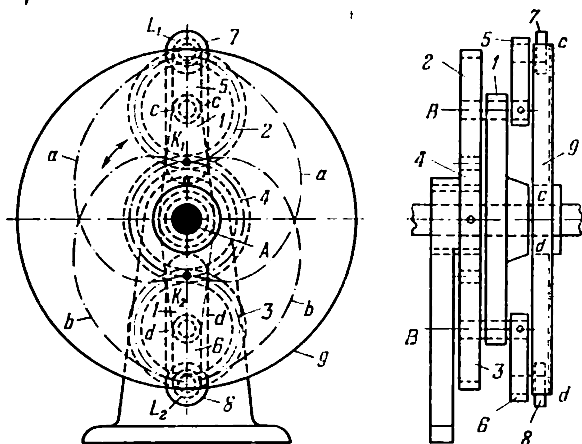
Le disque *1* tourne sur un arbre menant *A*. La roue *2* est rigidement fixée sur ce disque à une distance *AD* de l'axe *A*. Le levier oscillant *4* est rendu solidaire des roues dentées *5* et *6*. La constance de l'engrènement des roues *2* et *5* s'obtient au moyen de la bielle *3*. La roue dentée *6* met en mouvement de rotation la roue dentée *7* autour d'un axe *C*. L'axe *B* effectue un mouvement oscillatoire autour de l'axe *C*. Pour un tour du disque *1*, la roue *7* effectue un mouvement dans les deux sens, mais se déplace plus rapidement dans un sens que dans l'autre. La durée des mouvements aller et retour est fonction des dimensions des éléments du quadrilatère *ABCD* et du rapport des nombres de dents des roues *2*, *5*, *6* et *7*.

176	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC ÉLÉMENT MENÉ DE COURSE RÉGLABLE	LEn M



Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *C* avec le satellite *4* qui engrène intérieurement avec la roue fixe *3*. La manivelle *5*, solidaire du satellite *4*, forme un couple de rotation *B* avec le coulisseau *6* glissant dans la coulisse *a* de l'élément *2*. L'élément *2* coulisse dans un guidage fixe *D — D*. Les axes de la coulisse *a* et du guidage *D — D* sont perpendiculaires entre eux. Le rayon *R* du cercle primitif de la roue *3* est égal à $R = 2r$, où *r* est le rayon du cercle primitif du satellite. Lorsque le porte-satellites *1* tourne, tout point du satellite *4* situé sur le cercle primitif se déplace le long d'une droite qui passe par le centre *A*. En faisant tourner la roue *3* avec la manivelle *7*, on peut fixer le point *B* de la manivelle *5* dans différentes positions par rapport à l'axe *AC* du porte-satellites *1* et obtenir pour l'élément *2* des courses de longueur variable, allant de zéro à 2*R*.

177	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ÉLÉMENT MENÉ DE VITESSE RÉGLABLE	LEn M



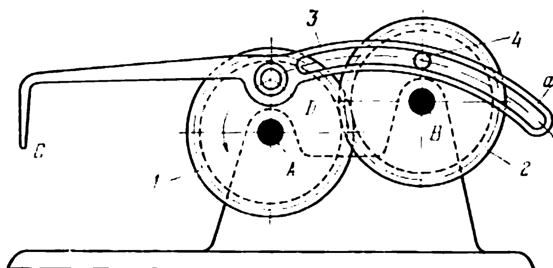
L'élément menant du mécanisme est le porte-satellites *1* tournant autour d'un axe fixe *A* et formant un couple de rotation *B* avec les satellites *2* et *3*. Les satellites *2* et *3* se déplacent sur la roue dentée fixe *4*. Les rouleaux *7* et *8* tournent sur les extrémités des leviers *5* et *6* solidaires des axes des satellites; les trajectoires effectuées par leurs centres sont les épicycloïdes *a — a* et *b — b*. En coulissant dans les rainures *c — c* et *d — d* du disque *9*, les rouleaux *7* et *8* entraînent ce dernier en rotation à une vitesse qui varie périodiquement de zéro (quand les centres des rouleaux occupent les points K_1 et K_2 de leurs trajectoires) à un maximum quelconque (quand les centres des rouleaux occupent les points L_1 et L_2) et vice versa. Les diamètres des roues dentées *2*, *3* et *4* étant égaux, la période pendant laquelle la vitesse du disque mené *9* change est égale à la durée d'un tour de l'élément menant *1* autour de l'axe *A*.

4. Mécanismes servant à tracer les courbes (178-197)

178	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC DEUX EXCENTRIQUES DESTINÉ À REPRODUIRE LA COURBE DE BIELLE	LEn TC

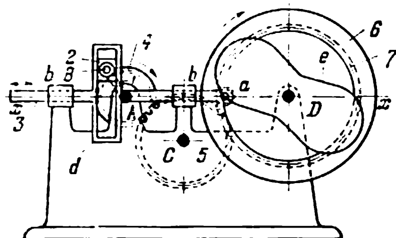
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une roue dentée *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. L'excentrique *4* est rendu solidaire de la roue dentée *1*, et l'excentrique *5*, de la roue dentée *2*. L'excentrique *4* forme un couple de rotation avec l'élément *3*, ce couple se présentant sous la forme d'une bague *a* embrassant l'excentrique *4*. L'élément *3* forme un couple de rotation *C* avec l'élément *6* qui, à son tour, forme un couple de rotation avec l'excentrique *5*. Ce couple de rotation se présente sous la forme d'une bague *b* embrassant l'excentrique *5*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions selon lesquelles les cercles primitifs des roues *1* et *2* sont égaux, de même que les diamètres des excentriques *4* et *5*. Lorsque la roue menante *1* tourne, l'élément *3* reçoit un mouvement combiné, tandis que le point *D* de cet élément décrit une courbe de bielle complexe.

179	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC COULISSE CURVILIGNE REPRODUISANT UNE COURBE DE BIELLE	LEn TC



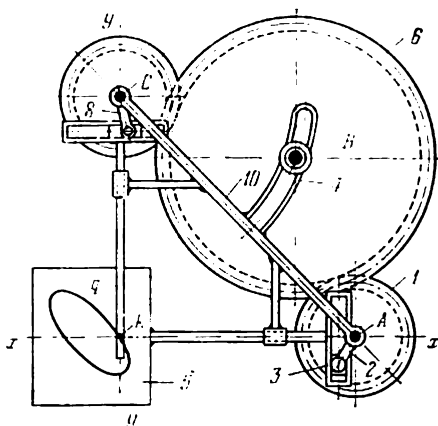
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue *2* comporte un doigt *4* coulissant dans la rainure curviligne *a* de la coulisse *3* qui forme un couple de rotation *D* avec la roue *1*. Le point *C* de la coulisse *3* décrit une courbe de bielle compliquée.

180	MÉCANISME A LEVIERS ET ENGRENAGE POUR OBTENIR DES SINOÏDES	LEn TC



Le mécanisme est destiné à obtenir les courbes du type des sinoïdes. La manivelle *1*, solidaire de la roue dentée *4*, tourne autour d'un axe fixe *A* et forme un couple de rotation *B* avec le coulisseau *2* glissant dans la rainure *d* de la coulisse *3*. La coulisse *3* se meut dans un guidage fixe *b* — *b*. La roue *4* engrène avec la roue *5* tournant autour d'un axe fixe *C* qui, à son tour, engrène avec la roue *7* tournant autour d'un axe fixe *D*. Le disque *6* est rendu solidaire de la roue *7*. Lorsque la manivelle *1* tourne, le point *a* de la coulisse *3* trace sur le disque *6* la courbe *e* du type d'une sinoïde. Le déplacement x du point *a* suivant l'axe $x - x$ est égal à $x = x_0 + r \cos \varphi$, et l'angle φ_7 de rotation du disque *6* est égal à $\varphi_7 = \frac{z_4}{z_7} \varphi$, où x_0 est la coordonnée initiale qui détermine la position de l'élément *3*; r, la distance AB; φ, l'angle formé par AB avec l'axe $x - x$; z_4 et z_7, les nombres de dents des roues *4* et *7*. On obtient des sinoïdes de formes différentes en variant la dimension AB de la manivelle *1* et les nombres de dents z_4 et z_7.

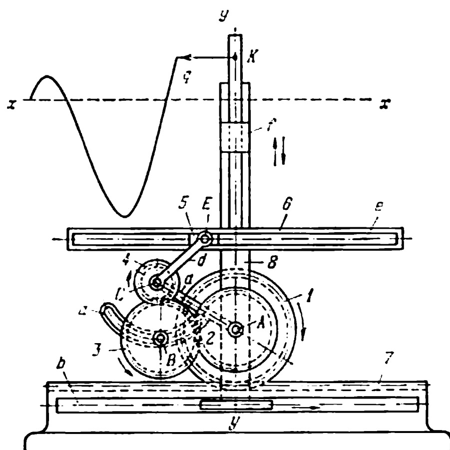
181	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER LES COURBES D'APRÈS LEURS PROJECTIONS	LFn TC



La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A* et engrène avec la roue dentée *6* mobile autour d'un axe fixe *B*. L'axe *B* engrène, à son tour, avec la roue dentée *7* tournant autour d'un axe fixe *C*. La roue *1* est solidaire de la manivelle *2* commandant le mouvement alternatif le long de l'axe *x* — *x* de la coulisse *3* et de la planchette *5* qui lui est solidaire. La manivelle *8*, solidaire de la roue *7*, imprime à la coulisse *9* portant le crayon *k* un mouvement alternatif le long de l'axe *y* — *y*. Le cadre *10* est rendu fixe. Lorsque les mouvements de la planchette et du crayon se composent, une courbe est décrite aux axes *x* — *x* et *y* — *y*. Quand le rapport de transmission des roues dentées *1* et *7* varie, le caractère de la courbe décrite par le crayon *k* varie également. Lorsqu'on change les roues, l'arbre de la roue intermédiaire *6* doit être fixé dans la position correspondante le long de la rainure *4*.

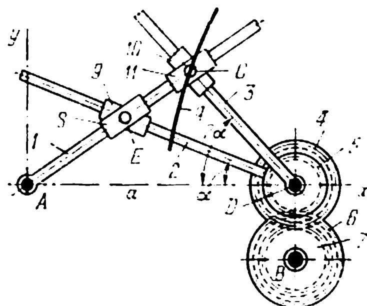
14—01416

182	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER LES COURBES DU TYPE SINUSOÏDAL	LEn TC



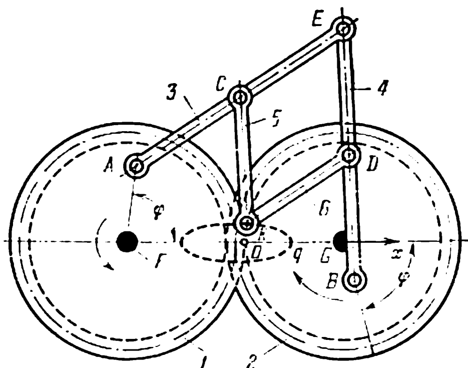
La roue dentée *1* engrène avec une crémaillère fixe *7* et forme un couple de rotation *A* avec le coulisseau *8* se déplaçant dans un guidage *b*. L'entraîneur *a*, solidaire de la roue *1*, forme des couples de rotation *B* et *C* avec les roues dentées *3* et *4*. L'entraîneur *d*, solidaire de la roue *4*, forme un couple de rotation *E* avec le coulisseau *5* se mouvant dans la rainure *e* de la coulisse *6* qui glisse dans le guidage *f* appartenant au coulisseau *8*. La roue *3* engrène avec la roue *4* et la roue *2* qui tourne avec la roue *1* autour de l'axe *A* du coulisseau *8*. Lorsque la roue *1* tourne, elle roule sur la crémaillère *7* en déplaçant le coulisseau *8* suivant l'axe *x — x*. La roue *2* transmet par l'intermédiaire des roues *3* et *4* le mouvement au coulisseau *5* qui déplace la coulisse *6* suivant l'axe *y — y*. Tout point *K* de la coulisse *6* décrit une courbe *q* du type sinusoïdal. On obtient des courbes de paramètres différents en remplaçant la roue *2* par des roues de rechange. Lorsqu'on change les roues, la roue intermédiaire *3* doit être fixée dans la position correspondante dans la rainure arquée de l'entraîneur *a*.

183	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER LES HYPERBOLES	LEn TC



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de translation avec le coulisseau *8* se mouvant suivant l'axe de l'élément *1*. Le coulisseau *8* forme un couple de rotation *E* avec le coulisseau *9* glissant suivant l'axe de l'élément *2* qui est rigidement relié à la roue dentée *4*. La roue *4* tourne autour d'un axe fixe *D* et engrène avec la roue dentée *7* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue dentée 6, mobile autour de l'axe *B*, engrène avec la roue *5* solidaire de l'élément *3* qui forme un couple de translation avec le coulisseau *10* se déplaçant suivant l'axe de l'élément *3*. Le coulisseau *10* forme un couple de rotation *C* avec l'élément *11* se mouvant suivant l'axe de l'élément *1*. Le rapport de transmission i_{47} entre les roues *4* et *7* est égal à $i_{47} = -1$, et le rapport de transmission i_{56} entre les roues *5* et *6* est égal à $i_{56} = -2$. Le point *C* du mécanisme trace la partie *q* de l'hyperbole.

184	MÉCANISME DE GUERCHGORINE À LEVIERS ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER L'ELLIPSE	LEn TC



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *F*, engrène avec la roue identique *2* tournant autour d'un axe fixe *G*. Les roues *1* et *2* forment des couples de rotation *A* et *B* avec les éléments *3* et *4* qui constituent un couple de rotation *E*. L'élément *3* forme un couple de rotation *C* avec l'élément *5*, tandis que l'élément *4* forme un couple de rotation *D* avec l'élément *6*. Les éléments *5* et *6* forment un couple de rotation *K*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions

$$AC = CE = ED = DB = CK = DK.$$

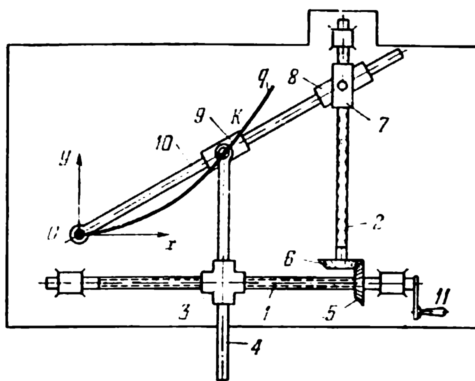
Les directions *FA* et *GB* forment avec l'axe Ox des angles égaux φ. Lorsque la roue *1* tourne, le point *K* décrit l'ellipse *q* qui a pour équation

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1,$$

où

$$a=\frac{FA+GB}{2} \text{ et } b=\frac{FA-GB}{2}.$$

185 | MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER LES PARTIES D'UNE PARABOLE | LEn TC

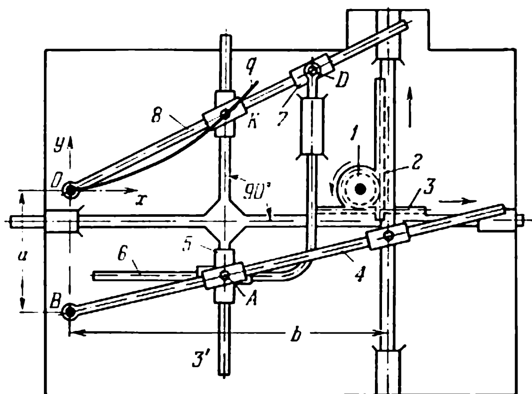


La vis *1* porte l'élément *3* qui est l'écrou de la vis *1*. L'élément *4* glisse dans le guidage de l'élément *3*. La rotation de la vis *1* est transmise au moyen des roues dentées coniques *5* et *6* à la vis *2* sur laquelle glissent le manchon *7* et le coulisseau *8* s'articulant sur ce manchon. L'élément *4* forme un couple de rotation avec le coulisseau *9* se déplaçant dans la coulisse *10*. Lorsqu'on tourne la manette de la vis *11*, le point *K* du mécanisme trace une partie de parabole qui a pour équation

$$y=\frac{1}{k}x^2,$$

où k est la distance de l'axe de la vis *2* à l'origine de coordonnées.

186	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER LES PARTIES D'UNE PARABOLE CUBIQUE	LEn TC



Lorsqu'on met en mouvement la roue dentée *1*, elle engrène avec les crémaillères *2* et *3* qui se déplacent dans des guidages fixes dans le sens des flèches. L'inclinaison de la coulisse *4* et la position du point *A* sur la coulisse *3'* changent dans ce cas. La coulisse *3* comporte au point *A* un croisillon *5* par lequel passe, perpendiculairement à la coulisse *3'*, la coulisse *6* qui n'effectue dans le guidage fixe qu'un mouvement vertical. La coulisse *6* forme un couple de rotation *D* avec le coulisseau *7* par lequel passe la coulisse *8*. Lorsque le mécanisme est en mouvement, le point *K* du croisement des coulisses *8* et *3'* décrit une partie de parabole cubique qui a pour équation

$$y = \frac{x^3}{ab},$$

où $a = OB$, b est la distance de l'axe de la crémaillère *2* à l'axe de coordonnées.

187	MÉCANISME D'ARTOBOLEVSKI À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER LA PODAIRE DE LA CYCLOÏDE D'UN CERCLE	LEn TC

La roue dentée *3*, qui engrène avec la crémaillère fixe *1*, forme un couple de rotation *L* avec le coulisseau *2* en forme de croix qui se déplace dans un guidage fixe *b*. Le coulisseau *2* forme un couple de rotation *P* avec le coulisseau *5* qui se déplace suivant l'axe *Md* de l'élément *4* en forme de T. L'élément *4* forme un couple de rotation *M* avec la roue *3*, et la traverse *t — t* glisse dans le coulisseau *7* en forme de croix dont les axes sont perpendiculaires entre eux. Le coulisseau *7* glisse suivant l'axe *An* de l'élément *6* qui tourne autour d'un axe *A* situé sur l'axe *Ox* à une distance quelconque $OA = a$. Les dimensions du mécanisme satisfont à la condition $ML = LP = r$, où r est le rayon du cercle primitif de la roue *3*. Lorsque le coulisseau *2* effectue un mouvement de translation dans le guidage *b*, la roue *3* roule sur la crémaillère *1* et le point *M* décrit la cycloïde *q* d'un cercle de rayon *r* dont les équations paramétriques sont

$$x = r\theta - r \sin \theta \text{ et } y = r - r \cos \theta.$$

Le point *D* du coulisseau *7* décrit la podaire *s — s* de la cycloïde *q* de centre *A* dont les équations paramétriques sont de la forme

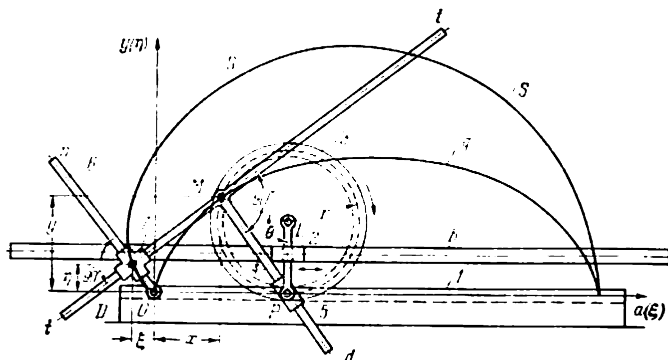
$$\eta = r (1 - \cos \theta) + \frac{a - r\theta}{2} \sin \theta$$

et

$$\xi = a - r \sin \theta - \frac{a - r\theta}{2} (1 + \cos \theta),$$

où θ est l'angle *MLP*.

188	MÉCANISME D'ARTOBOLEVSKI À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER LA PODAIRE DE LA CYCLOÏDE D'UN CERCLE	LEn TC



La roue dentée *3* engrène avec la crémaillère fixe *1* et forme un couple de rotation L avec le coulisseau *2* glissant dans un guidage fixe b. Le coulisseau *2* constitue un couple de rotation P avec le coulisseau *5* se déplaçant suivant l'axe Md de l'élément *4* en forme de T. L'élément *4* forme un couple de rotation M avec la roue *3*, et la traverse $t-t$ glisse dans le coulisseau *7* en forme de croix dont les axes sont perpendiculaires entre eux. Le coulisseau *7* se meut suivant l'axe On de l'élément *6* tournant autour d'un axe O. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont à la condition $ML = LP = r$, où r est le rayon du cercle primitif de la roue *3*. Lorsque le coulisseau *2* effectue un mouvement de translation dans le guidage b, la roue *3* roule sur la crémaillère *1*, et le point M décrit la cycloïde q d'un cercle de rayon r dont les équations paramétriques sont de la forme

$$x = r\theta - r\sin\theta \text{ et } y = r - r\cos\theta.$$

Le point D du coulisseau *7* décrit la podaire $s-s$ de la cycloïde q de centre O dont les équations paramétriques sont de la forme

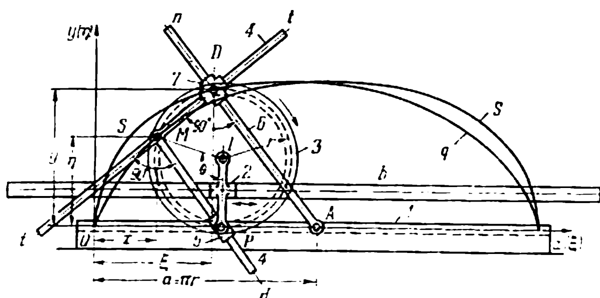
$$\eta = r\left(1 - \cos\theta - \frac{\theta}{2}\sin\theta\right)$$

et

$$\xi = r\left[\frac{\theta}{2}(1 + \cos\theta) - \sin\theta\right],$$

où θ est l'angle MLP.

189 | MÉCANISME D'ARTOBOLEVSKI À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER LA CYCLOÏDE D'UN CERCLE | LEn TC



La roue dentée *3* engrène avec la crémaillère fixe *1* et forme un couple de rotation L avec le coulisseau *2* glissant dans un guidage fixe b. Le coulisseau *2* forme un couple de rotation P avec le coulisseau *5* se déplaçant suivant l'axe Md de l'élément *4* en forme de T. L'élément *4* constitue un couple de rotation M avec la roue *3*, et sa traverse $t - t$ glisse dans le coulisseau *7* en forme de croix dont les axes sont perpendiculaires entre eux. Le coulisseau *7* se déplace suivant l'axe An de l'élément *6* mobile autour d'un axe A situé à une distance OA de l'axe Ox. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $OA = \pi r$, $ML = LP = r$, où r est le rayon du cercle primitif de la roue *3*. Lorsque le coulisseau *2* est animé d'un mouvement de translation dans le guidage b, la roue *3* roule sur la crémaillère *1*, et le point M décrit la cycloïde q d'un cercle de rayon r dont les équations paramétriques sont de la forme

$$x = r\theta - r \sin\theta \quad \text{et} \quad y = r - r\cos\theta.$$

Le point D du coulisseau *7* décrit la podaire $s - s$ de la cycloïde q de centre A dont les équations paramétriques sont de la forme

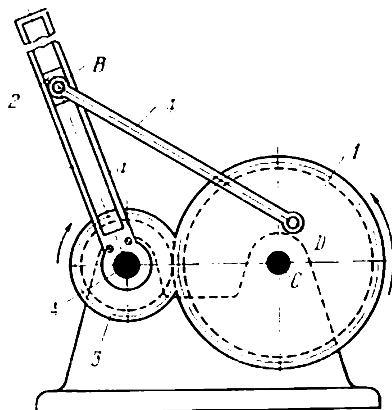
$$\eta = r\left(1 - \cos\theta + \frac{\pi - \theta}{2}\sin\theta\right)$$

et

$$\xi = r\left[\pi - \sin\theta - \frac{\pi-\theta}{2}(1 + \cos\theta)\right],$$

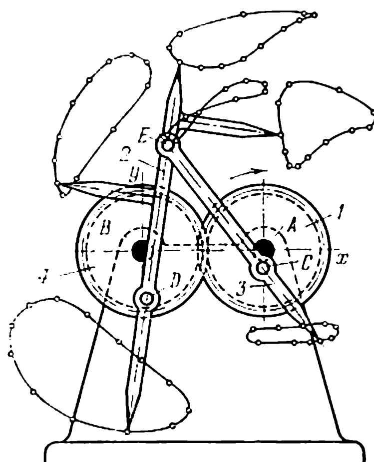
où θ est l'angle MLP.

190	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER UNE COURBE DE BIELLE COMPLEXE	LEn TC



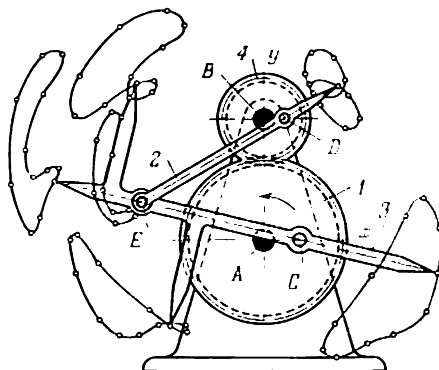
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *C*, engrène avec la roue dentée *3* qui tourne autour d'un axe fixe *A*. Le coulisseau *2* glisse dans la rainure *a* de la coulisse *5* solidaire de la roue *3*. L'élément *4* forme des couples de rotation *D* et *B* avec la roue *1* et le coulisseau *2*. Lorsque la roue *1* tourne, le point *B* du coulisseau décrit une courbe de bielle complexe.

191	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER DES COURBES DE BIELLE COMPLEXES	LEn TC



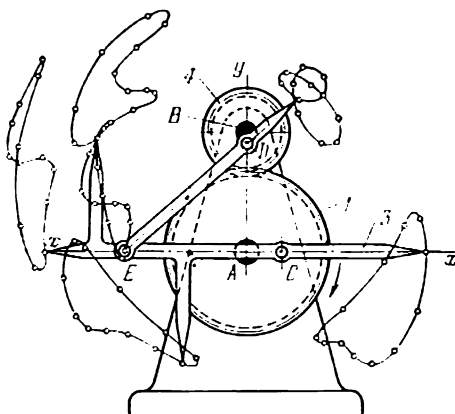
Les roues dentées *1* et *4*, qui sont en prise, tournent autour des axes fixes *A* et *B* et forment des couples de rotation *C* et *D* avec les éléments *3* et *2*. Ces derniers constituent un couple de rotation *E*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_1 = r_4$ et $CE = DE$, où r_1 et r_4 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *4*. Dans la position de départ du mécanisme montrée sur la figure, les segments de droite *AC* et *BD* sont parallèles à l'axe vertical *By* et sont dirigés vers le bas. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, lorsque la roue *1* tourne, les points isolés des bielles *2* et *3* décrivent des courbes de bielle complexes montrées sur la figure. En variant les distances *AC* et *BD*, on peut obtenir des courbes de bielle de différente forme.

192	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER DES COURBES DE BIELLE COMPLEXES	LEn TC



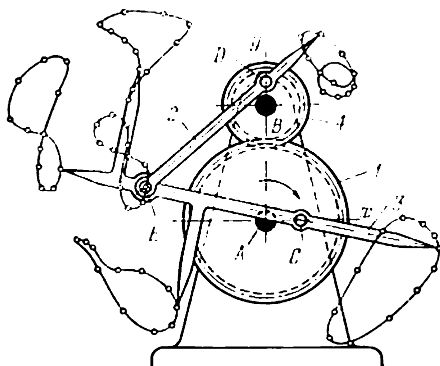
Les roues dentées *1* et *4*, qui sont en prise, tournent autour des axes fixes *A* et *B* et forment des couples de rotation *C* et *D* avec les éléments *3* et *2*. Ces derniers forment, à leur tour, un couple de rotation *E*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions : $r_1 = 2r_4$ et $CE = DE = 2r_1$, où r_1 et r_4 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *4*. Dans la position de départ du mécanisme montrée sur la figure, les segments de droite *AC* et *BD* sont parallèles à l'axe horizontal *Ax* et sont dirigés vers la droite. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, lorsque la roue *1* tourne, les points isolés des bielles *2* et *3* décrivent des courbes de bielle complexes montrées sur la figure. En variant les distances *AC* et *BD*, on peut obtenir des courbes de bielle de différente forme.

193	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER DES COURBES DE BIELLE COMPLEXES	LEn TC



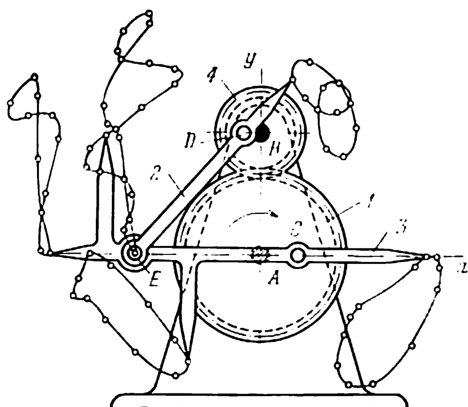
Les roues dentées *1* et *4*, qui sont un prise, tournent autour des axes fixes A et B et forment des couples de rotation C et D avec les éléments *3* et *2*. Ces derniers forment, à leur tour, un couple de rotation E. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_1 = 2r_4$ et $CE = DE = 2r_1$, où r_1 et r_4 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *4*. Dans la position de départ du mécanisme montrée sur la figure, le segment AC coïncide avec l'axe Ax et est dirigé vers la droite, tandis que le segment BD coïncide avec l'axe Ay et est dirigé vers le bas. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, lorsque la roue *1* tourne, les points isolés des bielles *2* et *3* décrivent des courbes de bielle complexes montrées sur la figure. En variant les distances AC et BD, on peut obtenir des courbes de bielle de différente forme.

194	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER DES COURBES DE BIELLE COMPLEXES	LEn TC



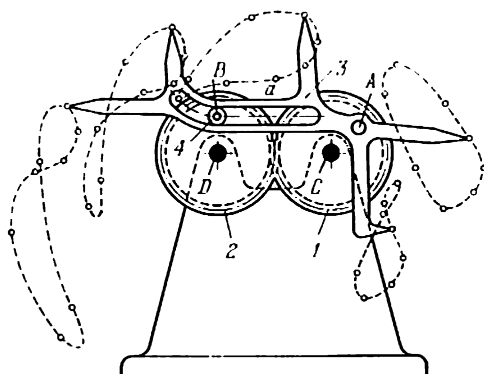
Les roues dentées *1* et *4*, qui sont en prise, tournent autour des axes fixes *A* et *B* et forment des couples de rotation *C* et *D* avec les éléments *3* et *2*. Ces derniers forment, à leur tour, un couple de rotaion *E*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_1 = 2r_4$ et $CE = DE = 2r_1$, où r_1 et r_4 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *4*. Dans la position de départ du mécanisme montrée sur la figure, le segment *AC* coïncide avec l'axe *Ax* et est dirigé vers la droite, tandis que le segment *BD* coïncide avec l'axe *Ay* et est dirigé vers le haut. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, lorsque la roue *1* tourne, les points isolés des bielles *2* et *3* décrivent des courbes de bielle complexes montrées sur la figure. En variant les distances *AC* et *BD*, on peut obtenir des courbes de bielle de différentes formes.

195	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER DES COURBES DE BIELLE COMPLEXES	LEn TC



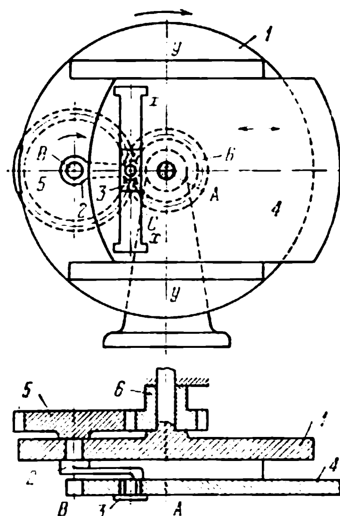
Les roues dentées *1* et *4*, qui sont en prise, tournent autour des axes fixes *A* et *B* et forment des couples de rotation *C* et *D* avec les éléments *3* et *2*. Ces derniers constituent un couple de rotation *E*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_1 = 2r_4$ et $CE = ED = 2r_1$, où r_1 et r_4 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *4*. Dans la position du mécanisme montrée sur la figure, les segments *AC* et *BD* sont parallèles à l'axe *Ax* et de sens opposés. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, lorsque la roue *1* tourne, les autres points des bielles *2* et *3* décrivent des courbes de bielle complexes montrées sur la figure. En variant les distances *AC* et *BD*, on peut obtenir des courbes de bielle de différentes formes.

196	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER DES COURBES DE BIELLE COMPLEXES	LEn TC



La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *C* et engrène avec la roue dentée *2* tournant autour d'un axe fixe *D*. La roue *1* forme un couple de rotation *A* avec la coulisse *3*, dans la rainure *a* de laquelle glisse le rouleau *4* tournant autour d'un axe *B* appartenant à la roue *2*. Lorsque la roue *1* tourne, les différents points de la coulisse *3* décrivent des courbes de bielle complexes dont la forme dépend des dimensions des éléments du mécanisme et du profil de la rainure *a* de la coulisse *3*.

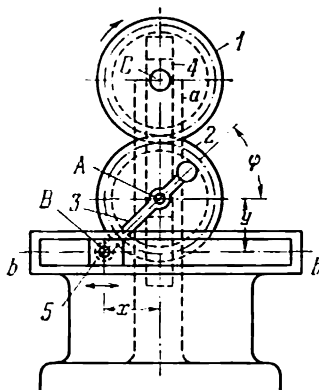
197	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE SERVANT À TRACER LES OVALES	LEn TC



Le mécanisme est destiné à tracer les ovales. Le plateau *1* tournant autour d'un axe fixe *A* forme un couple cinématique avec une roue dentée *5* mobile autour d'un axe *B*. La roue *5* engrène avec une roue fixe *6*. Lorsque le plateau menant *1* tourne, la roue dentée *5* roule sur la roue fixe *6*. La manivelle *2* s'articule sur le plateau *1* et sur le coulisseau *3* glissant dans la rainure verticale $x - x$ du plan *4* qui se déplace dans un guidage $y - y$. Une fois lié au plan *4*, le crayon décrit sur le plateau *1* un ovale dont la forme dépend du rapport de transmission des roues dentées.

5. Mécanismes pour opérations mathématiques (198-218)

198	MÉCANISME COSINUSOÏDAL À LEVIERS ET ENGRENAGE	LEn OM



Deux roues dentées rondes identiques *1* et *2* tournent autour des axes *C* et *A* appartenant au coulisseau *4* qui glisse dans un guidage vertical *a*. L'élément *3*, solidaire de la roue *2*, forme un couple de rotation avec le coulisseau *5* se déplaçant dans un guidage fixe *b* — *b*. Lorsque la roue menante *1* tourne autour de l'axe *C*, les coulisseaux *5* et *4* glissent dans les guidages *b* — *b* et *a*, et les trajets *x* et *y* parcourus par les coulisseaux seront donc liés à l'angle φ de rotation des roues *1* et *2* par les relations

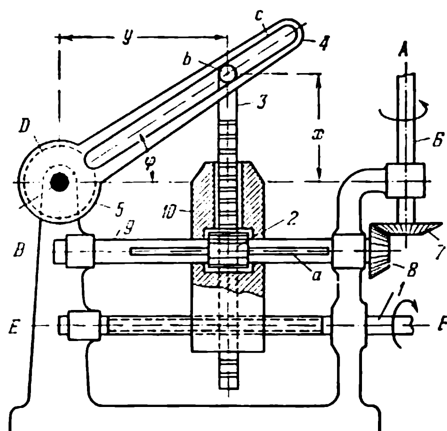
$$x = l \cos \varphi$$

et

$$y = l \sin \varphi,$$

où *l* est la distance séparant les centres *A* et *B*.

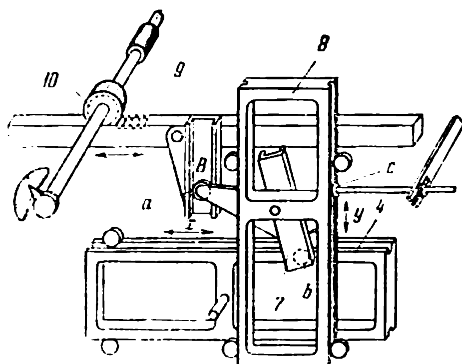
199	MÉCANISME TANGENTIEL À VIS ET ENGRENAGE	LEn OM



L'arbre *6*, tournant autour d'un axe fixe *A*, entraîne l'arbre *9* dans un mouvement de rotation autour d'un axe fixe *B* à l'aide de deux roues coniques *7* et *8*. L'arbre *9* porte la roue dentée *2* qui se déplace librement le long de l'arbre *9* en glissant sur une clavette *a*. La roue *2* engrène avec la crémaillère *3* coulissant dans un corps *10*. Le doigt *b* glisse dans la rainure *c* de l'élément *4* tournant autour d'un axe fixe *D*. La grandeur x est introduite dans le mécanisme par la rotation de l'arbre *6*. La grandeur y est introduite dans le mécanisme par la rotation de la vis *1* qui forme un couple hélicoïdal avec le corps *10*. L'angle φ de rotation de l'élément *5* est proportionnel aux déplacements linéaires x de la crémaillère *3* et de la vis *1*, c.-à-d. que

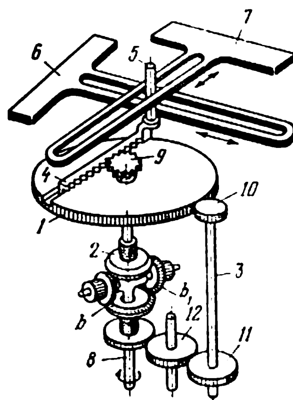
$$\varphi = \operatorname{arc\,tg} \frac{x}{y}.$$

200	MÉCANISME MULTIPLICATEUR DIFFÉRENTIEL À LEVIERS ET ENGRENAGE	LEn OM



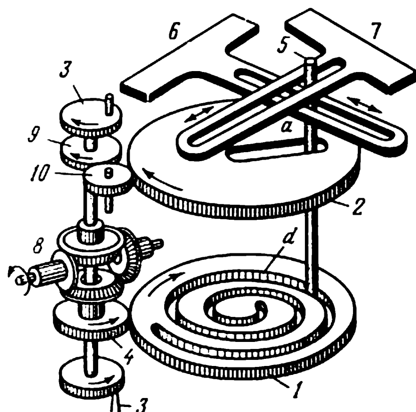
Le mécanisme sert à définir la grandeur du produit $x \cdot y$. La grandeur proportionnelle à y est marquée sur une planche *4* qui se déplace dans les sens indiqués par les flèches. La planche *4* comporte un ergot b qui s'engage dans le trou correspondant de l'auge *7*. Lorsque la planche *4* est en mouvement, l'auge *7* pivote autour du point B du rouleau a, et la planche *8* se déplace d'une grandeur proportionnelle à y. La grandeur x est introduite à l'aide de la roue dentée *10* et de la crémaillère *9*, la planche *8* recevant un déplacement proportionnel à la grandeur x. Le déplacement résultant de la planche *8* sera de cette façon proportionnel à la grandeur $x \cdot y$ qui est transmise au mécanisme d'asservissement à l'aide d'un rouleau c.

201	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DU COORDINATEUR À CRÉMAILLÈRE	LEn OM



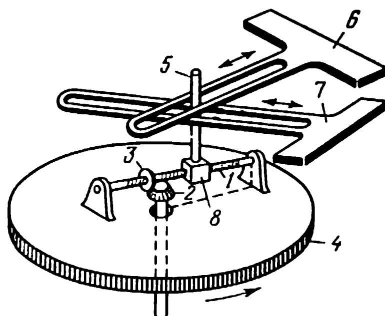
Le mécanisme du coordinateur à crémaillère est destiné à décomposer un vecteur dans un plan suivant les axes de coordonnées situés dans le plan de son action. Les déplacements de translation des éléments *6* et *7*, proportionnels aux composantes suivant les axes de coordonnées du vecteur défini par la grandeur de la distance entre le centre de la roue dentée *9* et l'axe du doigt *5* et par l'angle de rotation du disque *1*, s'obtiennent à l'aide du doigt *5* fixé sur l'extrémité de la crémaillère *4* mise en prise avec la roue *9*. On introduit la grandeur du vecteur à décomposer dans le mécanisme au moyen de l'arbre *8* rigidement relié aux satellites dentés b et b_1. L'angle d'inclinaison du vecteur aux axes de coordonnées est fixé en tournant le disque *10* à l'aide de l'arbre *3*. L'éventualité d'un roulement de la crémaillère *4* susceptible d'altérer la grandeur du vecteur est écartée grâce aux roues dentées *11*, *12* et *8* qui agissent sur la roue *9* par l'intermédiaire des satellites b et b_1 et de la roue *2*.

202	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DU COORDINATEUR SPIROÏDAL	LEn OM



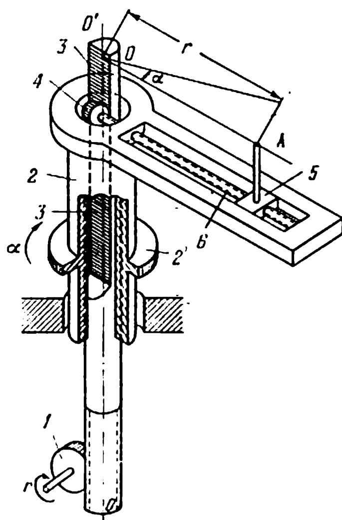
Le mécanisme du coordinateur spiroïdal est destiné à décomposer un vecteur dans un plan suivant les axes de coordonnées situés dans le plan de son action. Les déplacements de translation des éléments *6* et *7*, proportionnels aux composantes suivant les axes de coordonnées du vecteur défini par la grandeur de la distance entre le centre du disque *2* et l'axe du doigt *5* et par l'angle de rotation du disque *1*, se réalisent à l'aide du doigt *5* coulissant dans la rainure spiroïdale *d* du disque *1* et dans la rainure radiale *a* appartenant au disque *2*. La rainure *d* a la forme de la spirale d'Archimède. La grandeur et l'angle d'inclinaison du vecteur à décomposer sont introduits au moyen de roues dentées *4* et *1*, de satellites dentés *8* et de roues dentées *9* et *10*. Les volants *3* servent à introduire le vecteur à décomposer dans le mécanisme.

203	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DU COORDINATEUR HÉLICOÏDAL	LEn OM



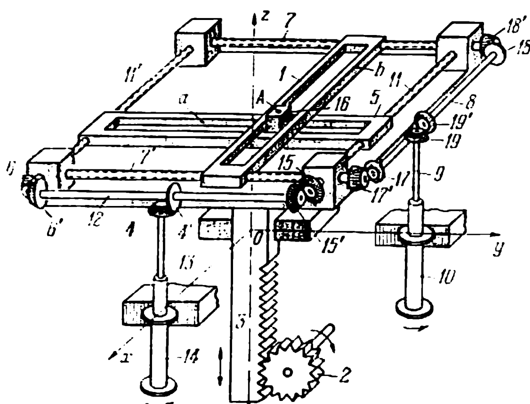
Le mécanisme du coordinateur hélicoïdal est destiné à décomposer un vecteur dans un plan suivant les axes de coordonnées situés dans le plan de son action. Les déplacements de translation des éléments *6* et *7*, proportionnels aux composantes suivant les axes de coordonnées du vecteur défini par la grandeur de la distance entre le centre de la roue dentée *4* et l'axe du doigt *5* et par l'angle de rotation du disque *4*, se réalisent à l'aide du doigt *5* fixé sur le coulisseau *8* qui forme un couple hélicoïdal avec la vis *1*. La grandeur et l'angle d'inclinaison du vecteur à décomposer sont introduits à l'aide de roues coniques *2* et *3* et d'un système d'engrenage (non montré sur la figure) qui font tourner la roue dentée *4*.

204	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU COORDINATEUR POLAIRE	LEn OM



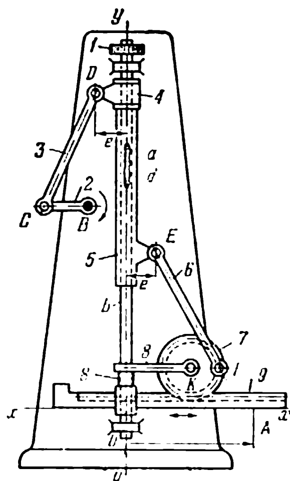
Le module du vecteur $\overline{OA}$ est défini par la rotation de la roue dentée *1*, et la direction du vecteur est définie par la rotation de la roue dentée *2'* appartenant à l'élément *2*. Le mouvement de la roue dentée *1*, qui est en prise avec la crémaillère ronde de l'élément *3*, est transmis à la roue dentée *4* à laquelle est rigidement reliée la vis *6*. L'écrou *5* se déplace sur la vis *6*, en variant la grandeur de la distance OA. Lorsque l'élément *2* tourne, l'élément *3* se déplace à la même vitesse angulaire; la roue *1* et la vis *6* ne tournent pas dans ce cas, et le module du vecteur $\overline{OA}$ ne change donc pas.

205	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU COORDINATEUR TRIDIMENSIONNEL	LEn OM



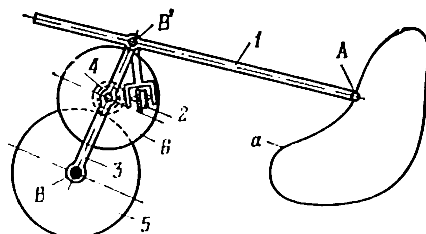
Le mécanisme est destiné à déterminer le vecteur $\overline{OA}$ d'après ses projections $(OA)_x$, $(OA)_y$ et $(OA)_z$ sur les axes *Ox*, *Oy* et *Oz*. La projection $(OA)_x$ est introduite par l'arbre *14* au moyen d'un arbre intermédiaire *13* sur lequel est calée la roue conique *4* qui engrène avec une roue conique identique *4'*. La roue *4'* est emmanchée sur l'arbre *12*, sur lequel sont fixées les roues *6'* et *15'* qui engrènent avec les roues coniques *6* et *15* calées sur les arbres *11'* et *11*. Les arbres *11* et *11'* forment des couples hélicoïdaux avec l'élément *5*. Lorsque l'arbre *14* se meut, l'élément *5* se déplace parallèlement à l'axe *Ox*, définissant ainsi la projection $(OA)_x$. De même, la rotation de l'arbre *10* est commandée par les arbres intermédiaires *9*, *8*, les roues coniques *17*, *17'*, *18*, *18'*, *19*, *19'* et les couples hélicoïdaux formés par l'élément *1* qui se déplace parallèlement à l'axe *Oy*. Le coulisseau *16* glisse dans les rainures *a* et *b* des éléments *5* et *1*. La projection $(OA)_z$ est définie par la rotation de la roue dentée *2* qui engrène avec la crémaillère *3* reliée au dispositif définissant les projections $(OA)_x$ et $(OA)_y$. Pour rendre possible le déplacement des roues coniques *4* et *19* suivant l'axe *Oz*, on prévoit le mouvement de translation des arbres *13* et *9* dans les plans intérieurs des arbres *14* et *10*. Le vecteur résultant est défini par la grandeur et la direction du segment *OA*, où *A* est le point choisi sur le coulisseau *16*.

206	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU COORDINATEUR POLAIRE	LEn OM



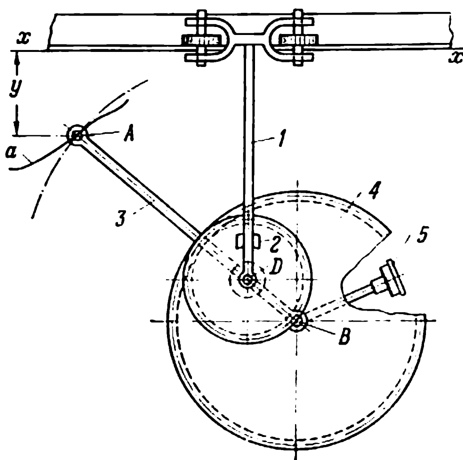
La manivelle *2* tourne autour d'un axe fixe *B*, en formant un couple de rotation *C* avec la bielle *3*. La bielle *3* forme un couple de rotation *D* avec le coulisseau *4* glissant sur l'arbre *b* suivant l'axe *y — y*. L'arbre *b* porte un doigt *a* coulissant dans la rainure *d* appartenant au tube *5* qui forme un couple de rotation *E* avec la bielle *6*. La bielle *6* forme un couple de rotation *F* avec la roue dentée *7*. La roue dentée *7* peut tourner autour d'un axe *K*. La roue *7* engrène avec une crémaillère *9*. Les éléments du mécanisme satisfont aux conditions *BC* = *KF*, *CD* = *FE*. La manivelle *2* et la roue *7* sont montrées sur la figure dans la position de départ du mécanisme. Lorsque la manivelle *2* est en mouvement, la roue *7* tourne d'un angle égal à celui de la manivelle *2*, et la crémaillère *9* reçoit un mouvement suivant l'axe *x — x*, définissant ainsi le module du vecteur $\overline{OA}$. Lorsque la roue *1* est en mouvement, l'arbre *b* reçoit la rotation et fait tourner au moyen du doigt *a* le tube *5* autour de l'axe *y — y*, ainsi que l'élément *6*, la roue *7*, l'élément *8* et la crémaillère *9*, définissant ainsi la direction du vecteur $\overline{OA}$.

207	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE DU PLANIMÈTRE À DENTURE EXTÉRIEURE	LEn OM



Lorsqu'on suit avec le calquoir *A* la trace de la courbe *a* le levier *1* pivote autour d'un axe fixe *B*. Le rouleau *2* reste sans mouvement pendant ce temps. Si le levier *1* reçoit un mouvement de translation, l'entraîneur *3* tourne autour d'un point *B'* et le satellite *4* roule en même temps que le disque *6* sur la roue fixe *5*, transmettant le mouvement au rouleau *2* qui enregistre l'aire contournée.

208	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE DU PLANIMÈTRE À DENTURE INTÉRIEURE	LEn OM

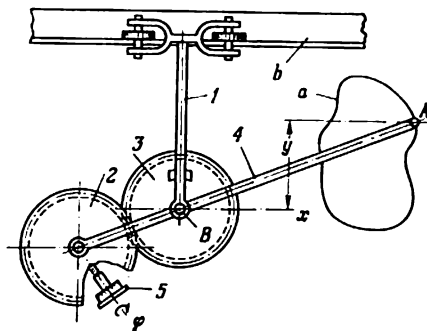


Lorsqu'on suit avec le calquoir A la trace de la courbe a, le baladeur *1*, solidaire de la roue dentée *2*, effectue un mouvement de translation suivant l'axe $x - x$. Le levier *3*, s'articulant en D, sert de porte-satellites à la roue *4* tournant autour d'un point B. Le rouleau *5*, dont l'axe est solidaire de la roue *4*, tourne avec la roue *4* qui est en prise intérieure avec la roue *2*. La rotation du rouleau *5* est proportionnelle à l'intégrale cherchée, c.-à-d.

$$\varphi = c \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{y}\, dx,$$

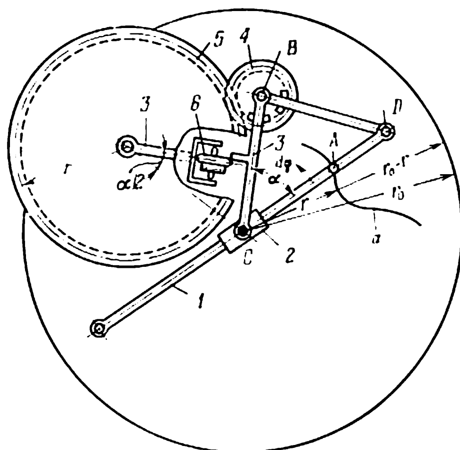
où c est une grandeur constante.

209	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE DU PLANIMÈTRE À DENTURE EXTÉRIEURE	LEn OM



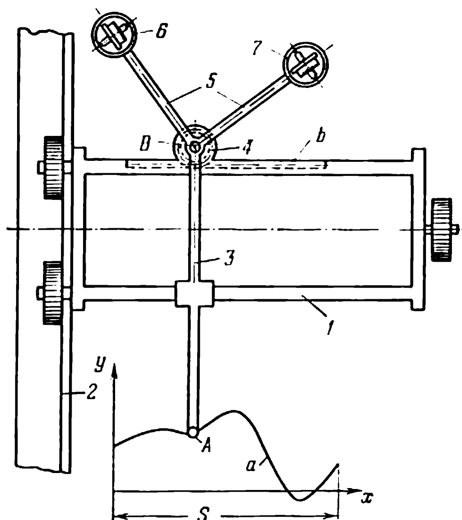
Lorsqu'on suit avec le calquoir *A* la trace de la courbe *a*, le baladeur *1* se déplace dans un guidage rectiligne *b*, tandis que la roue dentée planétaire *2* roule sur la roue dentée *3* qui est articulée en *B* avec le baladeur *1* et l'élément *4*. La roue de comptage *5*, dont l'axe est solidaire de la roue *2*, tourne d'une grandeur proportionnelle à l'intégrale calculée $\varphi = c \oint y^2\, dx$, où *c* est une grandeur constante.

210	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU PLANIMÈTRE PLANÉTAIRE	LEn OM



Lorsqu'on suit avec le calquoir *A* la trace de la courbe *a*, la coulisse *1* glisse dans la douille *2*. L'élément *3* est animé d'un mouvement de rotation par rapport à l'articulation *C*. En tournant autour d'un axe *B*, la roue *4* provoque la rotation de la roue dentée *5*. L'angle de rotation de la roue de comptage *6* est proportionnel à la grandeur $\int \sqrt{r_0 - r}\, d\varphi$, où r_0 est le rayon du plus grand cercle décrit par le point *A*.

211	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DE L'ANALYSEUR HARMONIQUE	LEn OM

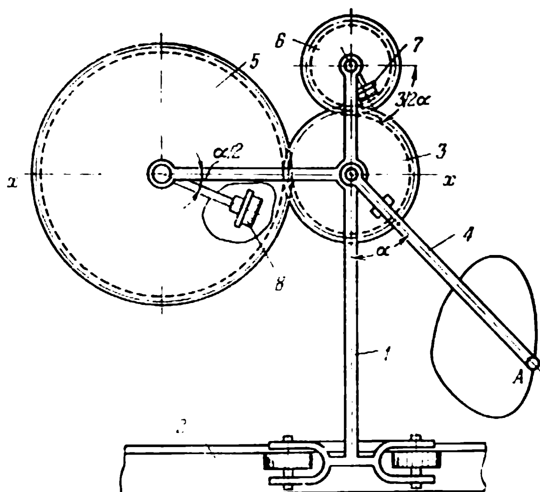


Lorsqu'on suit avec le calquoir *A* la trace de la courbe *a*, le chariot *1* se déplace dans le guidage *2* parallèlement à l'axe *y*, tandis que la coulisse *3* glisse dans le guidage du courseur *1* parallèlement à l'axe *x*. La roue dentée *4*, qui engrène avec la crémaillère *b*, est fixée sur la coulisse *3* en un point *B*. Le levier *5* qui porte des roues de comptage *6* et *7* est rigidement fixé sur l'axe de la roue dentée *4*. Le mouvement du calquoir *A* se décompose en deux mouvements suivant les axes *x* et *y*. La rotation des rouleaux *6* et *7* est proportionnelle aux coefficients a_k et b_k d'une série harmonique. A chaque paire de coefficients correspond un rayon déterminé de la roue *4*:

$$a_k = -\frac{1}{k\pi} \int^{s} \sin\varphi \, dy,$$

$$b_k = \frac{1}{k\pi} \int^{s} \cos\varphi \, dy.$$

212	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU PLANIMÈTRE	LEn OM



Lorsqu'on suit avec le calquoir *A* la trace de la courbe fermée $y = f(x)$, le baladeur *1* se déplace dans le guidage *2* suivant l'axe $x - x$. La roue dentée *3*, solidaire du levier *4*, tourne d'un angle quelconque et, à l'aide de roues dentées *5* et *6*, met en mouvement les rouleaux de comptage *7* et *8* dont les axes sont rigidement reliés aux roues dentées. Le mécanisme résout une intégrale de la forme

$$\oint y^{3/2}\,dx = l^{3/2}\,\frac{1}{\sqrt{2}}\left(-\oint \sin\frac{3\alpha}{2}\,dx + 3\oint \sin\frac{\alpha}{2}\,dx\right).$$

Les indications du rouleau *7* fournissent les valeurs de la première intégrale et les indications du rouleau *8* fournissent celles de la deuxième intégrale.

213	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DE L'ANALYSEUR HARMONIQUE	LEn OM

Lorsqu'on suit avec le calquoir A la trace de la courbe $y = f(x)$, le levier 1 tourne autour du point F en lequel il est articulé sur le coulisseau 2 ; ce dernier se déplace dans un guidage 3 parallèlement à l'axe y. En même temps, le levier 1 fait déplacer la crémaillère 4 coulissant dans le guidage $a - a$ appartenant au coulisseau 2. La crémaillère 4 fait tourner la roue dentée 5. Les coordonnées des points E et D de la roue 5 satisfont aux égalités suivantes:

$$x_E = -e + r\sin\beta, \quad y_E = f(x) + v(x) + r\cos\beta,$$
$$x_D = -e - r\cos\beta, \quad y_D = f(x) + v(x) + r\sin\beta.$$

Les points E et D décrivent sur un plan fixe des courbes. L'aire de la courbe décrite par le point E est définie par l'intégrale

$$I_E = \int_0^d y_E\, dx_E + \int_d^0 y_E\, dx_E = r\int_0^d f(x)\, d\left[\sin\left(n2\frac{\pi}{d}x\right)\right] = ka_n.$$

L'aire de la courbe décrite par le point D est définie par l'intégrale

$$I_D = r\int_0^d f(x)\, d\left[\cos\left(n\frac{2\pi}{d}x\right)\right] = kb_n,$$

où r est la distance entre le centre de la roue dentée 5 et les points D et E.

16—01416

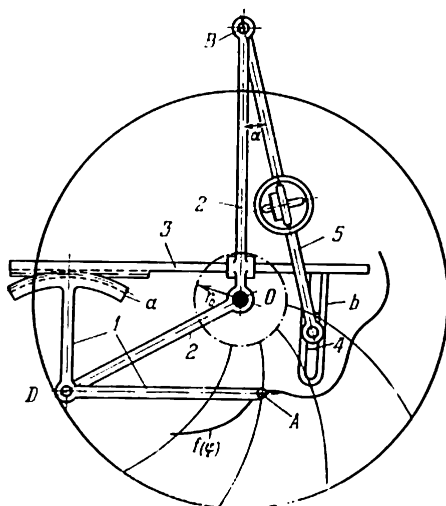
MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DE L'INTÉGRIMÈTRE RADIAL

Lorsqu'on suit avec le calquoir *A* la trace de la courbe $f(\varphi)$, l'élément *1*, avec le secteur denté *a*, tourne autour du point *F* de l'élément *2*. Le secteur denté *a* fait déplacer la crémaillère *3* portant la coulisse *b*, dans laquelle glisse le coulisseau *4*. L'élément *5* qui tourne autour d'un axe *B* s'articule sur le coulisseau *4*. L'élément *5*, dont le doigt *c* s'articule sur le coulisseau *6* qui glisse dans la coulisse *7*, fait tourner cette dernière autour d'un axe *E*. Le nombre de tours de la roue de comptage est proportionnel à l'intégrale

$$u = c\int \sqrt{r - r_0}\, d\varphi,$$

où *c* est le coefficient de proportionnalité; φ, l'angle de rotation de la crémaillère *3*.

215	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DE L'INTÉGRIMÈTRE RADIAL	LEn OM

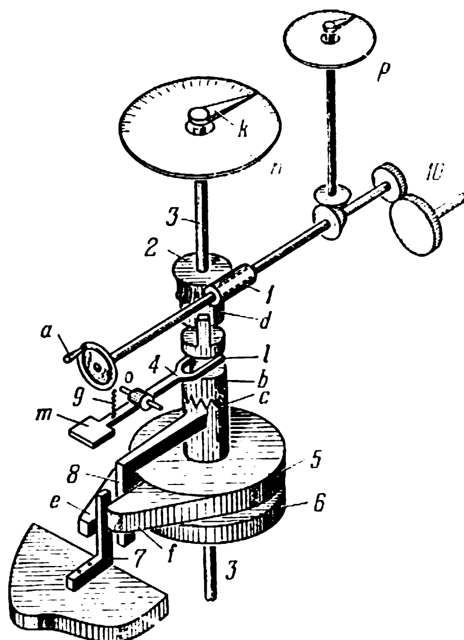


Lorsqu'on suit avec le calquoir *A* la trace de la courbe *f* (φ), l'élément *1* comportant le secteur denté *a* pivote autour du point *D* de l'élément *2*. Le secteur denté *a* fait déplacer la crémaillère *3* comportant la coulisse *b*, dans laquelle glisse le coulisseau *4* qui est articulé sur l'élément *5* tournant autour d'un point *B*. La rotation de l'élément *1* et celle de la crémaillère *3* ont lieu simultanément autour du pôle *O*. Le nombre de tours de la roue de comptage est proportionnel à l'intégrale

$$u = c \int (r - r_0)\, d\varphi,$$

où *c* est le coefficient de proportionnalité; φ, l'angle de rotation de la crémaillère *3*.

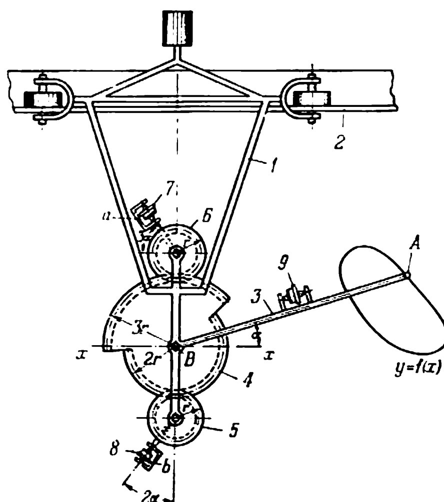
216	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE POUR ADDITION, AVEC REMISE À ZÉRO AUTOMATIQUE DE L'AIGUILLE	LEn OM



216	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE POUR ADDITION, AVEC REMISE À ZÉRO AUTOMATIQUE DE L'AIGUILLE	LEn OM

Pour introduire l'une des grandeurs à additionner, on fait tourner au moyen de la manette *a* la vis sans fin *1* qui transmet le mouvement à la roue hélicoïdale *2* montée folle sur l'arbre *3*. L'une des moitiés de l'accouplement *d* est rendue solidaire de la roue *2* et l'autre moitié *b*, montée folle sur l'arbre *3*, engrène avec l'accouplement *c* emmanché sur l'arbre *3*. La rotation de la roue hélicoïdale se transmet donc au moyen d'un manchon à l'arbre *3* portant l'aiguille *k* qui indique sur le cadran *n* le nombre à additionner. Lorsqu'on appuie sur la pédale *m* du dispositif de remise à zéro *4* mobile autour d'un axe *o*, la fourchette *l* libère les accouplements *b* et *c*; l'arbre *3* comportant l'aiguille *k* est ramené à sa position initiale par un ressort aménagé entre les disques *5* et *6* et par les saillies *f* et *e*. Les disques *5* et *6* tournant fou sur l'arbre *3* sont reliés entre eux par un ressort qui tend à les faire tourner l'un par rapport à l'autre. Les saillies *f* et *e* des disques *5* et *6*, butant contre la barre fixe *7*, limitent la rotation des disques. Sur l'arbre *3* est rigidement fixé le levier *8* en forme de Γ dont la saillie est aussi située entre les saillies des disques *5* et *6*. La fourche *l* embraye les accouplements *b* et *c* à l'aide d'un ressort *9*, transmettant ainsi la rotation de la manette *a* à l'aiguille *k*. Lorsqu'on fait tourner l'arbre *3* d'un angle quelconque au moyen de la manette *a*, le levier *8*, surmontant la résistance du ressort logé entre les disques *5* et *6*, fera tourner le disque *5* ou le disque *6* selon le sens de rotation de la manette. Le disque *5* ou le disque *6* tendent alors à faire revenir l'arbre *3* à sa position initiale. La rotation spontanée de l'arbre *3* portant le levier *8* en dehors des limites de la tige *7* est impossible parce que le mouvement se trouve limité par les saillies *f* et *e* des disques *5* et *6*. La position du levier *8* en face de la tige *7* correspond à la position de l'aiguille *k* au point zéro de l'échelle *n*. L'introduction du deuxième, du troisième et des nombres à additionner suivants est réalisée de manière identique. De cette façon, l'arbre de la vis tangente *1* tourne d'un angle égal à la somme algébrique des angles introduits par la manette *a* et proportionnel à la somme des nombres à additionner lue sur l'échelle *p*. La somme obtenue peut être introduite dans le mécanisme approprié à l'aide d'un engrenage et de l'arbre *10*.

217	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE L'INTÉGRATEUR	LEn OM



Lorsqu'on suit avec le calquoir *A* la trace de la courbe $y = f(x)$, le chariot *1* glisse sur un guide *2* suivant l'axe $x - x$, tandis que la tige *3*, portant le calquoir, fait tourner la roue dentée *4*, solidaire de cette tige, autour d'un axe *B*. La roue dentée *4* est constituée de deux parties dont les rayons sont $2r$ et $3r$ (r étant le rayon des roues dentées *5* et *6*). Le mouvement de la roue dentée *4* est transmis aux roues *5* et *6*, auxquelles sont rigidement reliés les cadres *a* et *b* des rouleaux *7* et *8*. L'angle de rotation φ_9 du rouleau *9* est proportionnel à l'aire F:

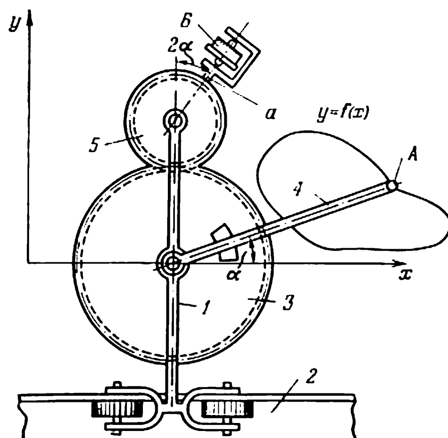
$$\varphi_9 = k \int_{x_1}^{x_2} y \, dx = kF.$$

L'angle de rotation φ_8 du rouleau *8* est proportionnel au moment statique de l'aire F par rapport à l'axe $x - x$:

$$\varphi_8 = k \int_{x_1}^{x_2} \sin\left(\frac{\pi}{2} - 2\alpha\right) dx = k \int_{x_1}^{x_2} y^2 \, dx.$$

L'angle de rotation φ_7 du rouleau *7* est proportionnel au moment d'inertie F de l'aire par rapport à l'axe $x - x$:

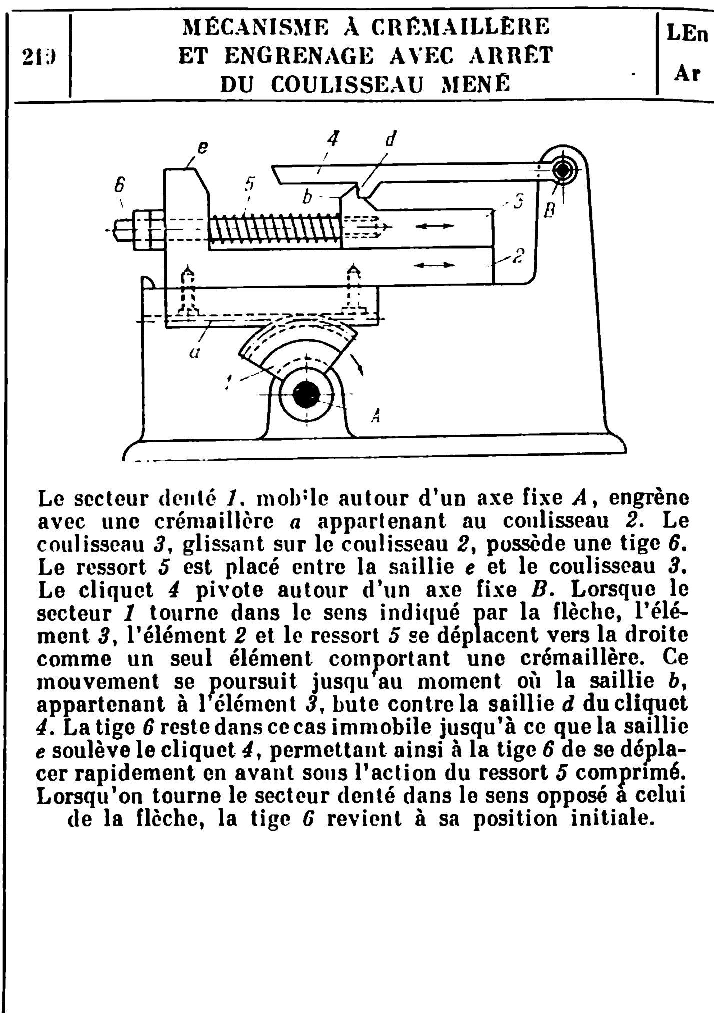
$$\varphi_7 = k \int_{x_1}^{x_2} \sin 3\alpha \, dx = k \int_{x_1}^{x_2} y^3 \, dx.$$



Lorsqu'on suit avec le calquoir *A* la trace de la courbe $y = f(x)$, le chariot *1* se déplace dans les guides *2* suivant l'axe x. La roue dentée *3*, rigidement reliée au levier *4* portant le calquoir, tournera d'un angle quelconque et, à l'aide de la roue dentée *5*, mettra en mouvement l'élément *a* solidaire de l'axe de la roue *5*, la roue de comptage *6* enregistrant ainsi la grandeur du moment statique

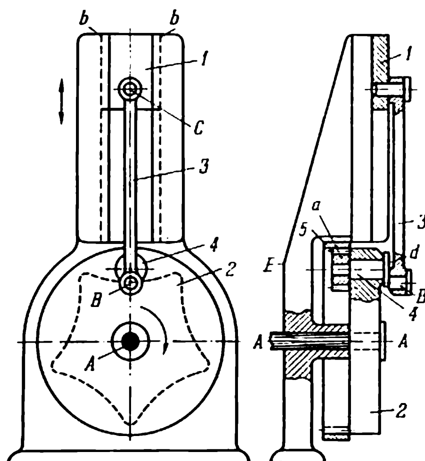
$$M_x = -\frac{1}{4} l \oint \cos 2\alpha \, dx.$$

219	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE AVEC ARRÊT DU COULISSEAU MENÉ	LEn Ar



Le secteur denté *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une crémaillère *a* appartenant au coulisseau *2*. Le coulisseau *3*, glissant sur le coulisseau *2*, possède une tige *6*. Le ressort *5* est placé entre la saillie *e* et le coulisseau *3*. Le cliquet *4* pivote autour d'un axe fixe *B*. Lorsque le secteur *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, l'élément *3*, l'élément *2* et le ressort *5* se déplacent vers la droite comme un seul élément comportant une crémaillère. Ce mouvement se poursuit jusqu'au moment où la saillie *b*, appartenant à l'élément *3*, bute contre la saillie *d* du cliquet *4*. La tige *6* reste dans ce cas immobile jusqu'à ce que la saillie *e* soulève le cliquet *4*, permettant ainsi à la tige *6* de se déplacer rapidement en avant sous l'action du ressort *5* comprimé. Lorsqu'on tourne le secteur denté dans le sens opposé à celui de la flèche, la tige *6* revient à sa position initiale.

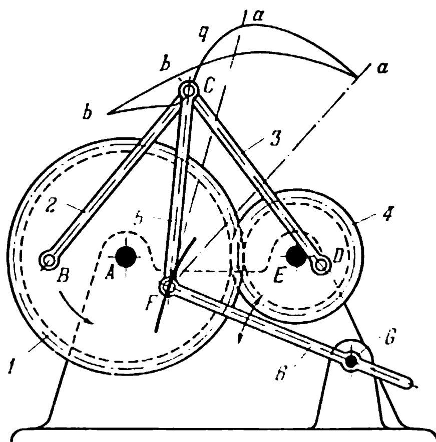
220	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS DU COULISSEAU MENÉ	LEn Ar



Le disque *2*, mobile autour d'un axe fixe *A* — *A*, forme un couple de rotation avec l'élément *4* qui se présente sous la forme d'une manivelle *d* dont le doigt constitue un couple de rotation *B* avec la bielle *3*. La bielle *3* forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *1* glissant dans un guidage fixe *b* — *b*. La roue dentée *a*, solidaire de l'élément *4*, roule sur une roue dentée fixe *5*.

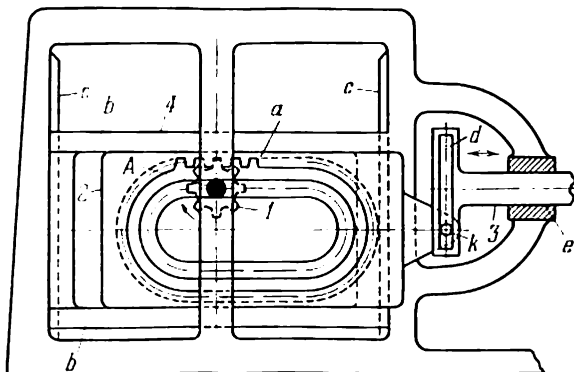
Le coulisseau *1* reçoit un mouvement alternatif avec arrêts. Lorsque le disque *2* est en mouvement, la roue *a*, qui roule sur la roue fixe *5*, imprime à la manivelle *d* un mouvement de rotation supplémentaire par rapport à l'axe *E* du doigt *4*. Si l'on choisit convenablement les roues dentées *a* et *5*, l'axe *B* — *B* de la manivelle *d* se déplacera sur la trajectoire indiquée en traits discontinus.

221	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC DEUX ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn Ar



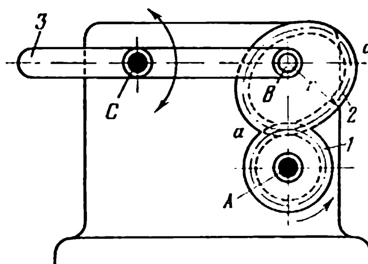
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une roue dentée *4* pivotant autour d'un axe fixe *E*. La roue *1* forme un couple de rotation *B* avec l'élément *2* qui constitue des couples de rotation avec les éléments *3* et *5*. L'élément *3* constitue un couple de rotation *D* avec la roue *4*. L'élément *5* constitue un couple de rotation *F* avec l'élément *6*, mobile autour d'un axe fixe *G*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions: $AB = r$, $BCD = C = 2{,}9\ r$, $CF = 2{,}6\ r$, $DE = 0{,}3\ r$, $FG = 2{,}5\ r$, $AE = 2{,}2\ r$, $AG = 3{,}2\ r$, $EG = 1{,}5\ r$. Le rayon r_1 du cercle primitif de la roue *1* est égal à $r_1 = 1{,}5\ r$, et le rayon r_4 du cercle primitif de la roue *4* est égal à $r_4 = 0{,}75\ r$. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, le point *C* décrit une courbe de bielle complexe *q*, dont les parties *a — a* et *b — b* coïncident approximativement avec les arcs de cercle de rayon $CF = 2{,}6\ r$ décrits à partir des positions correspondantes du point *F*. Pour un cycle complet de mouvement du mécanisme, l'élément mené *6* aura deux arrêts prolongés au moment où le point *C* passera par les parties *a—a* et *b—b* de sa trajectoire.

MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ARRÊT DU COULISSEAU MENÉ



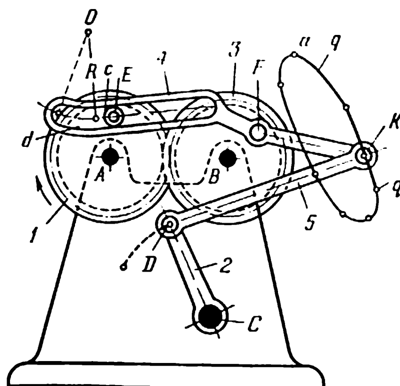
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la crémaillère profilée *a* du coulisseau *2* qui glisse dans le guidage *b* — *b* du coulisseau *4* se déplaçant dans un guidage *c* — *c*. Le coulisseau *2* porte à son extrémité un doigt *k* glissant dans la rainure *d* du coulisseau *3* se mouvant dans un guidage fixe *e*. La crémaillère profilée *a* est constituée par deux parties rectilignes et par deux parties arquées. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement de rotation uniforme et continu, le coulisseau *2* effectue un mouvement de translation uniforme tant que la roue *1* est en prise avec les parties rectilignes de la crémaillère profilée *a*, le coulisseau *4* restant pendant ce temps immobile. Lorsque la roue *1* entre en prise avec les parties arquées de la crémaillère *a*, le mouvement du coulisseau *3* devient irrégulier. Le coulisseau *4* est animé d'un mouvement de translation dans le guidage *c* — *c*.

223	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ROUE NON RONDE ET ARRÊT DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn Ar



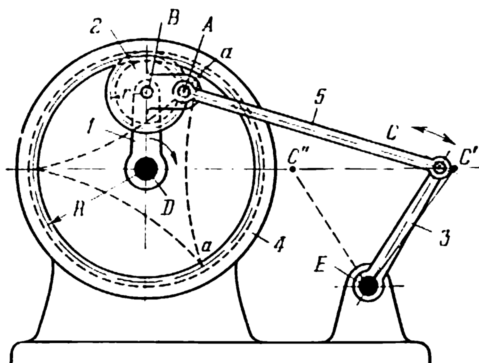
La roue dentée ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une roue non ronde *2*. Le profil du cercle primitif de la roue *2* sur la partie *a — a* est décrit suivant l'arc de cercle de rayon *r*. L'élément *3*, tournant autour d'un axe fixe *C*, forme un couple de rotation *B* avec la roue *2*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, l'élément mené *3* reçoit un mouvement d'oscillation avec arrêt au moment où l'arc *a — a* est en prise. L'effort de contact entre les roues *1* et *2* est assuré par le poids de la roue *2*.

224	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC ARRÊT DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn Ar



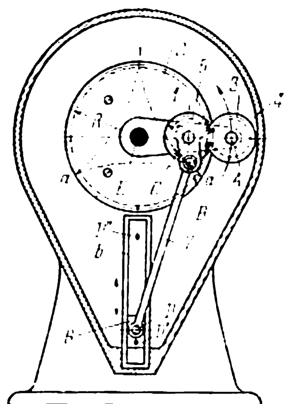
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une roue dentée identique *3* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* est munie d'un rouleau *c* mobile autour de l'axe *E* de la roue *1*. Le rouleau *c* glisse dans la rainure *d* de la coulisse *4* qui forme un couple de rotation *F* avec la roue *3*. L'élément *5* constitue des couples de rotation *K* et *D* avec la coulisse *4* et l'élément *2* pivotant autour d'un axe fixe *C*. Le profil de la rainure *d* de la coulisse *4* est constitué d'une partie rectiligne et d'une partie arquée de rayon *R*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, le point *K* décrit une courbe de bielle complexe *a — q — q*, dont une certaine partie est proche d'un arc de cercle décrit à partir du point *D* par le rayon *DK*. Lorsque le point *K* passe par la partie en question de la courbe *a — q — q*, l'élément mené *2* marquera pratiquement un temps d'arrêt.

225	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ARRÊT DU LEVIER OSCILLANT MENÉ	LEn Ar



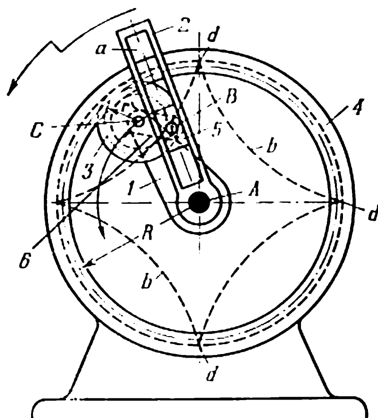
Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *D*, forme un couple de rotation *B* avec le satellite *2* qui entre en prise avec une roue dentée fixe *4*. L'élément *5* constitue un couple de rotation *A* avec la roue *2* et un couple de rotation *C* avec un levier oscillant *3* pivotant autour d'un axe fixe *E*. Le point *A* est situé sur le cercle primitif de la roue *2*. Les longueurs des éléments du mécanisme satisfont à la condition $R = 3r$, où R et r sont les rayons des cercles primitifs des roues *4* et *2*. Pour les longueurs des éléments admises, le point *A* du mécanisme décrit une hypocycloïde à trois sommets. La partie $a — a$ de l'hypocycloïde diffère peu d'un arc de cercle de rayon *CA* décrit à partir du point *C'*, ce qui correspond à la position limite droite de l'élément *3*. Lorsque la manivelle *1* est en rotation continue, le levier oscillant *3* est presque en repos quand il occupe sa position limite droite *EC'*, et il marque un court arrêt quand il occupe sa position limite gauche *EC"*.

226	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ARRÊT DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn Ar



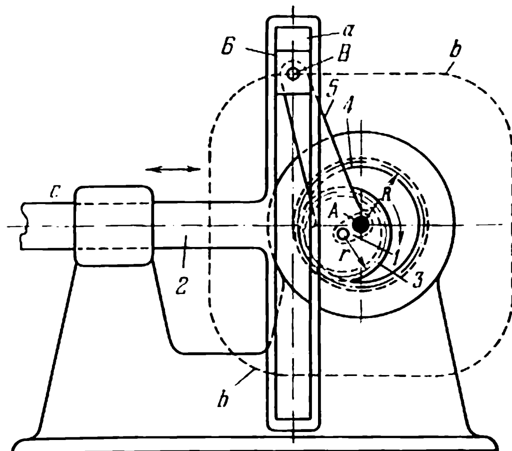
Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *E*, forme un couple de rotation *A* avec une roue dentée *4*. La roue dentée *2* est reliée au support. La roue *4* se présente sous la forme de deux satellites égaux, rigidement reliés entre eux, dont l'un engrène avec la roue *2* et l'autre avec la roue dentée *5* tournant autour de l'axe *C* du porte-satellites *1*. L'élément *7* forme un couple de rotation *B* avec la roue *5* et un couple de rotation *D* avec le coulisseau *6* se mouvant dans un guidage fixe *b*. Le point *B* est situé sur le cercle primitif de la roue *5*. Les longueurs des éléments du mécanisme satisfont à la condition $R = 3r$, où R et r sont les rayons des cercles primitifs des roues *2* et *5*. Pour les longueurs admises des éléments, le point *B* du mécanisme décrit une hypocycloïde à trois sommets. La partie *a* — *a* de l'hypocycloïde diffère peu de l'arc de cercle de rayon *DB* décrit à partir du point *D'*, ce qui correspond à la position limite inférieure du coulisseau *6*. Lorsque le porte-satellites *1* est en rotation uniforme, le coulisseau *6* est presque à l'état de repos, s'il occupe sa position limite inférieure, et a un court arrêt s'il occupe sa position limite supérieure correspondant au point *D"*.

227	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC QUATRE ARRÊTS INSTANTANÉS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn Ar



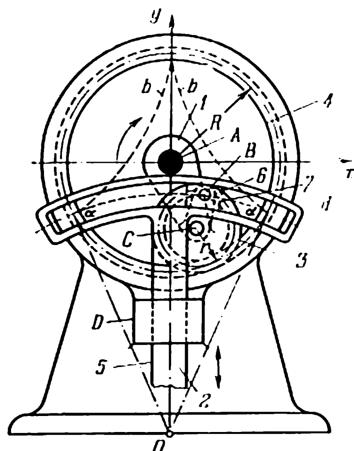
Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *C* avec le satellite *3* qui engrène intérieurement avec une roue dentée fixe *4*. La manivelle *6*, rigidement reliée au satellite *3*, constitue un couple de rotation *B* avec le coulisseau *5* se mouvant dans la coulisse rectiligne *a* de l'élément *2* qui tourne autour d'un axe fixe *A*. Le rayon *R* du cercle primitif de la roue *4* est égal à $R = 4r$, où *r* est le rayon du cercle primitif du satellite égal à la longueur de la manivelle *6*. L'axe de la coulisse *a* passe par le point *A*. Pour les dimensions choisies du mécanisme, le point *B* de la manivelle *1* décrit une hypocycloïde à quatre sommets *b* — *b*. Pour un tour complet du porte-satellites *1*, le point *B* du mécanisme coïncide quatre fois avec les points *d*, sommets de l'hypocycloïde *b* — *b*. Dans ces positions l'élément *2* marque de brefs arrêts.

228	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS PROLONGÉS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn Ar



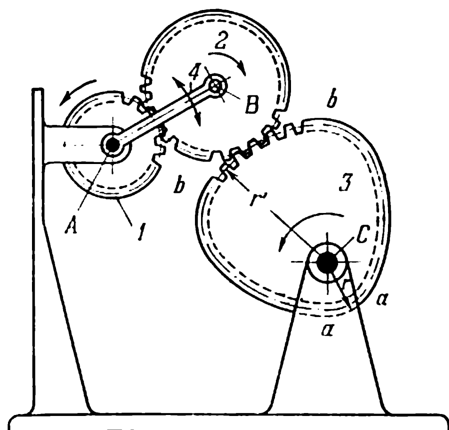
Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation avec le satellite *3*, qui engrène intérieurement avec une roue fixe *4*. La manivelle *5*, solidaire de la roue *3*, constitue un couple de rotation *B* avec le coulisseau *6* se mouvant dans la coulisse *a* de l'élément *2*. L'élément *2* effectue un mouvement de translation dans un guide fixe *c*. Le rayon *R* du cercle primitif de la roue *4* est égal à $R = 1{,}5\ r$, où *r* est le rayon du cercle primitif de la roue *3*. Pour les dimensions choisies du mécanisme, le point *B* décrit une trajectoire *b — b* qui a la forme d'un carré aux angles arrondis, autrement dit, celle d'une hypocycloïde allongée. Lorsque le porte-satellites *1* est en mouvement, l'élément *2* effectue un mouvement alternatif observant des arrêts prolongés à la fin de ses courses, quand le point *B* parcourt les parties verticales rectilignes de sa trajectoire *b — b*, et se déplace à une vitesse quasi uniforme au milieu de sa course, quand le point *B* parcourt les parties horizontales de sa trajectoire.

229	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC ARRÊT APPROXIMATIF DE L'ÉLÉMENT MENÉ	LEn Ar



Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *C* avec le satellite *3* qui engrène intérieurement avec la roue dentée *4*. La manivelle *6*, solidaire du satellite *3*, constitue un couple de rotation *B* avec le coulisseau *7* glissant dans la coulisse arquée *d* de d'élément *5*. Ce dernier effectue un mouvement de translation dans un guidage fixe *D*. Le rayon *R* du cercle primitif de la roue *4* est égal à $R = 3r$, où *r* est le rayon du cercle primitif du satellite, égal à la longueur *CB* de la manivelle *6*. L'axe du guidage *D* passe par le point *A*, et le centre *O* de la coulisse arquée *d* est situé sur l'axe du guidage *D*. Pour les dimensions admises du mécanisme, le point *B* de la manivelle *6* décrit une hypocycloïde à trois sommets *b* — *b*. L'élément *5* reste presque immobile au moment où le point *B* passe par la partie $\alpha - \alpha$ de l'hypocycloïde, si le rayon *OB* de la coulisse arquée *d* est choisi tel que l'arc qu'il décrit passe par les sommets de l'hypocycloïde *b* — *b*.

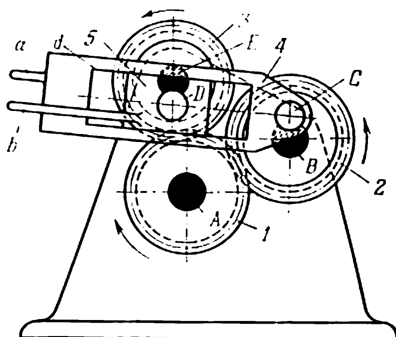
230	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC ROUE NON RONDE ET DEUX ARRÊTS	LEn Ar



La roue dentée ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une roue dentée ronde *2*. L'élément *4*, pivotant autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec la roue *2*. La roue *2* est en prise avec une roue non ronde *3*, mobile autour d'un axe fixe *C*. Le profil de la courbe primitive de la roue *3* est décrit sur les parties *a* — *a* et *b* — *b* suivant les arcs de cercle de rayons *r* et *r'*. Lorsque la roue menante *1* est en rotation, l'élément mené *4* reçoit un mouvement de bascule marquant deux arrêts au moment où les arcs *a* — *a* et *b* — *b* sont en prise. Le mécanisme peut également être utilisé pour obtenir un rapport de transmission variable entre les roues *1* et *3*. La roue *2* imprime aux roues *1* et *3* le mouvement de rotation dans le même sens. L'effort de contact entre les roues *2* et *3* est assuré par le poids de la roue *2*.

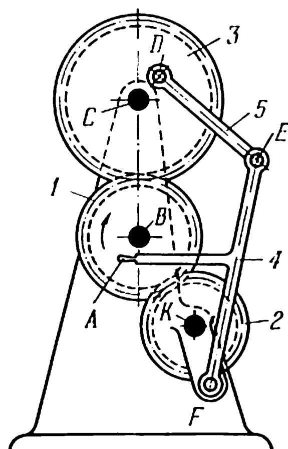
7. Mécanismes à griffe des caméras (231-234)

231	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DE LA GRIFFE D'UNE CAMÉRA	LEn GC



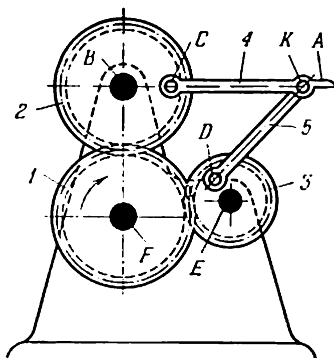
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec les roues *2* et *3* tournant autour des axes fixes *B* et *E*. La roue *2* forme un couple de rotation *C* avec la coulisse *4*, et la roue *3* constitue un couple de rotation *D* avec le coulisseau *5* se mouvant dans la rainure *d* de la coulisse *4*. Lorsque la roue menante *1* est en rotation, le doigt *a* de la coulisse *4* s'engage dans la perforation du film, déplace ce dernier et revient à sa position initiale. Le doigt *b* du coulisseau *5* n'est engagé dans la perforation du film qu'après la sortie du doigt *a* de la perforation et a pour but de maintenir le film en place.

232	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA GRIFFE D'UNE CAMÉRA	LEn GC



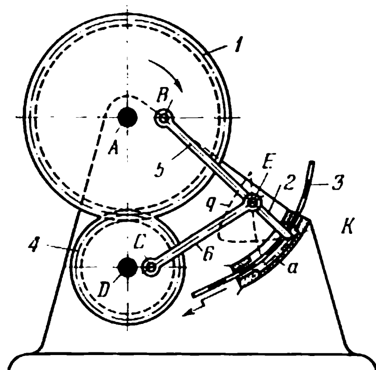
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *B*, engrène avec les roues dentées *2* et *3* tournant autour des axes fixes *K* et *C*. Les roues *2* et *3* forment des couples de rotation avec les éléments *4* et *5* qui constituent un couple de rotation *E*. Lorsque la roue menante *1* tourne, le point *A* de l'élément *4* décrit une courbe de bielle complexe qui est utilisée pour entraîner et faire avancer le film de la caméra.

233	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA GRIFFE D'UNE CAMÉRA	LEn GC



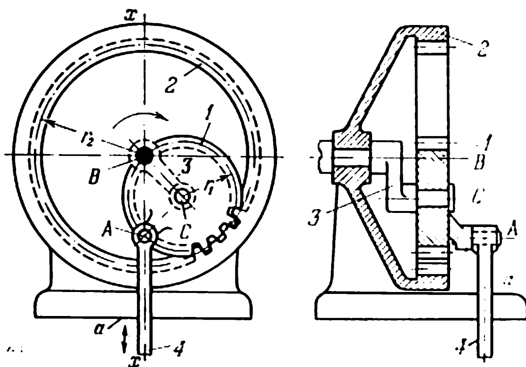
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *F*, engrène avec les roues dentées *2* et *3* tournant autour des axes fixes *B* et *E*. Les éléments *4* et *5* forment des couples de rotation *C* et *D* avec les roues *2* et *3* et un couple de rotation *K*. Lorsque la roue menante *1* tourne, le point *A* de l'élément *4* décrit une courbe de bielle complexe qui est utilisée pour entraîner et faire avancer le film de la caméra.

234	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA GRIFFE D'UNE CAMÉRA	LEn GC



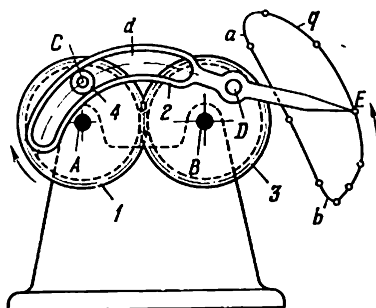
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *4* tournant autour d'un axe fixe *D*. La roue *1* forme un couple de rotation *B* avec l'élément *5*, et la roue *4* constitue un couple de rotation *C* avec l'élément *6*. Les éléments *5* et *6* forment un couple de rotation *E*. Lorsque la roue menante *1* tourne, le point *K* de la bielle *5* décrit une courbe de bielle complexe *q* qui est utilisée pour entraîner et faire avancer le film *3* au moyen de l'élément *2* dans le sens indiqué par la flèche.

235	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE GUIDAGE DE LA PRESSE	LEn GI



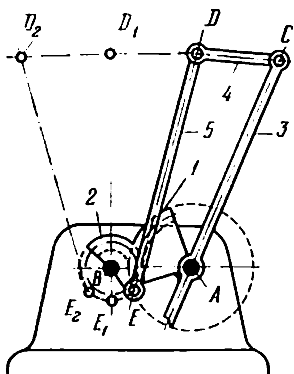
Le porte-satellites menant *3*, mobile autour d'un axe fixe *B*, forme un couple de rotation *C* avec le satellite *1* qui engrène intérieurement avec une roue dentée fixe *2*. Le rayon *R* du cercle primitif de la roue *2* est égal à $R = 2\,r_1$, où r_1 est le rayon du cercle primitif du satellite *1*. Pour les dimensions admises des roues *1* et *2*, le point *A* du satellite *1*, situé sur le cercle primitif du satellite *1*, effectue un mouvement rectiligne suivant l'axe $x - x$. La tige *4* du mécanisme de la presse se meut dans un guidage fixe *a* suivant l'axe $x - x$.

MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DE GUIDAGE APPROXIMATIF



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *3* tournant autour d'un axe fixe *B*. Le doigt *4* de la roue *1*, tournant autour d'un axe *C*, glisse dans la rainure curviligne *d* de la coulisse *2* qui forme un couple de rotation *D* avec la roue *3*. Le profil de la rainure *d* peut toujours être choisi tel que le point *E* de la coulisse *2* décrive une courbe *q* dont une certaine partie *ab* est rectiligne.

237	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE GUIDAGE APPROXIMATIF	LEn GI

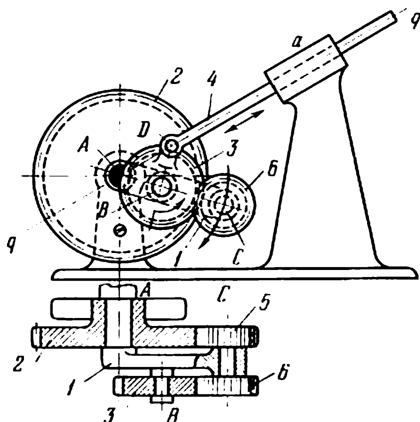


La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec le secteur denté *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. L'élément *3*, solidaire du secteur *1*, forme un couple de rotation *C* avec l'élément *4* qui, à son tour, constitue un couple de rotation *D* avec l'élément *5*. L'élément *5* forme un couple de rotation *E* avec le secteur *2*. Les longueurs des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $AC = 4r_1$, $DC = 1{,}5r_1$, $ED = 4{,}5r_1$, $AB = 1{,}5r_1$, $BE = 0{,}5r_1$, $r_2 = 0{,}5r_1$, où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des secteurs *1* et *2*. Pour les dimensions admises des éléments, le point *E* occupe les positions successives E, E_1, E_2, et le point *D* les positions D, D_1, D_2. Le point *D* effectue un mouvement approximativement rectiligne.

238	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE GUIDAGE PRÉCIS	LEn GI

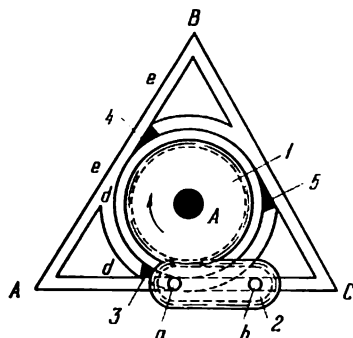
Le secteur denté *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec le secteur denté *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Le secteur *1* forme un couple de rotation *D* avec l'élément *3*, et le secteur *2* constitue un couple de rotation *C* avec l'élément *4*. Les éléments *3* et *4* forment un couple de rotation *E*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_1 = r_2$, $AD = BC$ et $DE = CE$, où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des secteurs *1* et *2*. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, le point *E* effectue un mouvement suivant une droite perpendiculaire à la direction *AB*.

239	MÉCANISME PLANÉTAIRE DE GUIDAGE À LEVIERS ET ENGRENAGE	LEn GI



Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *C* avec des satellites dentés *5* et *6* et un couple de rotation *B* avec une roue dentée *3*. Le satellite *5* engrène avec la roue dentée *2*, solidaire du support. Le satellite *6*, solidaire du satellite *5*, engrène avec la roue *3*. Le coulisseau *4* constituant un couple de rotation *D* avec la roue *3*, se meut dans un guidage fixe *a* dont l'axe *q — q* passe par le point *A*. Les éléments du mécanisme satisfont aux conditions $z_5 = z_6$ et $z_3 = \frac{z_2}{2}$, où z_2, z_3, z_5, z_6 sont les nombres de dents des roues *2*, *3*, *5* et *6*. Lorsque le porte-satellites *1* est en mouvement de rotation, la roue *3* roule sur la roue fixe *2*. La roue *6* imprime le mouvement de rotation à la roue *3*. Tout point *D* de la roue *3*, situé sur son cercle primitif, décrit une droite *q — q* qui passe par le centre *A* de la roue *2*.

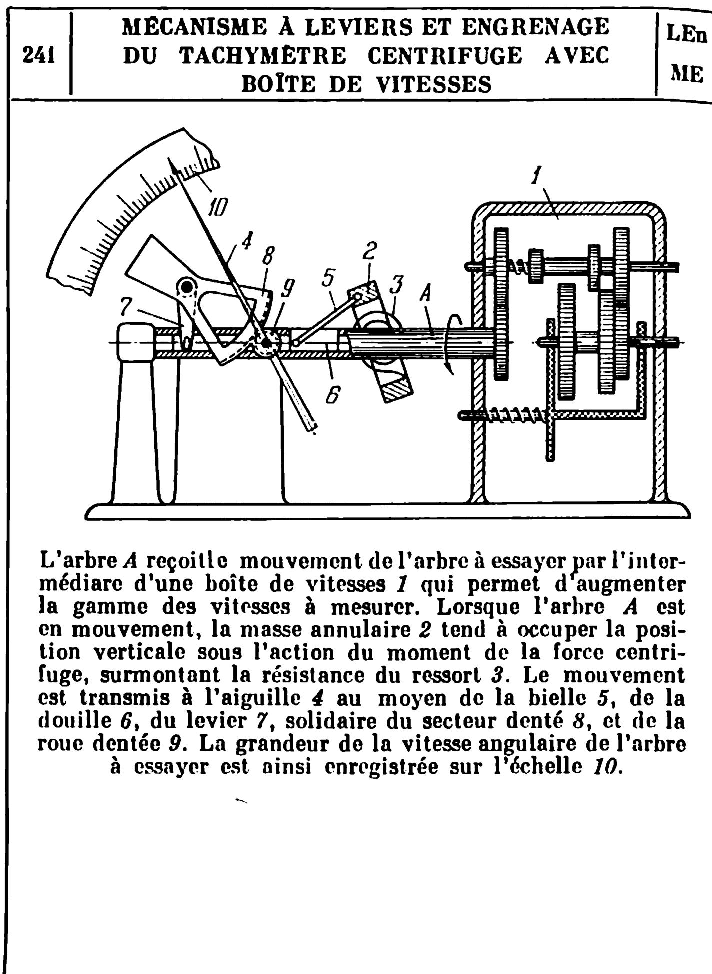
240	MÉCANISME DE GUIDAGE DE NORMAN À LEVIERS ET ENGRENAGE	LEn GI



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une crémaillère profilée *2*. Lorsque la roue dentée *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, la crémaillère *2* effectue un mouvement rectiligne vers la gauche. Dès que le doigt *a* dépasse le bord du coin *3*, ce dernier bloque automatiquement le guidage rectiligne et le doigt *b* doit parcourir l'arc *d* — *d* avant l'arrivée du doigt *a* au sommet *A* du triangle *ABC*. Les coins *3*, *4*, *5* sollicités par des ressorts (non figurés) bloquent en permanence les guidages situés sur le cercle; c'est pourquoi, après avoir passé l'arc *d* — *d*, le doigt *b* se déplace sur la partie rectiligne *e* — *e*. Dès que le doigt *b* dépasse le bord du coin *4*, ce dernier bloque automatiquement le guidage rectiligne et le doigt *a* se déplace sur le guidage rectiligne *d* — *d* avant l'arrivée du doigt *b* au point *B*. C'est ainsi que le mouvement se produit avant l'arrivée du doigt *a* au point *C*.

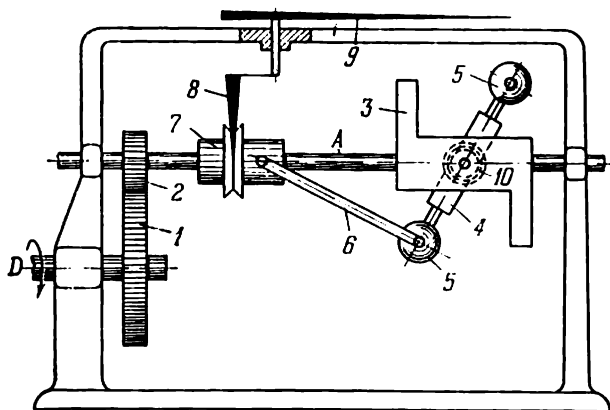
9. Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai (241-244)

241	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU TACHYMÈTRE CENTRIFUGE AVEC BOÎTE DE VITESSES	LEn ME



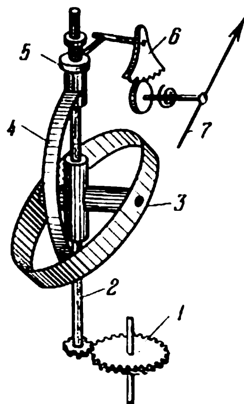
L'arbre *A* reçoit le mouvement de l'arbre à essayer par l'intermédiare d'une boîte de vitesses *1* qui permet d'augmenter la gamme des vitesses à mesurer. Lorsque l'arbre *A* est en mouvement, la masse annulaire *2* tend à occuper la position verticale sous l'action du moment de la force centrifuge, surmontant la résistance du ressort *3*. Le mouvement est transmis à l'aiguille *4* au moyen de la bielle *5*, de la douille *6*, du levier *7*, solidaire du secteur denté *8*, et de la roue dentée *9*. La grandeur de la vitesse angulaire de l'arbre à essayer est ainsi enregistrée sur l'échelle *10*.

242	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU TACHYMÈTRE CENTRIFUGE	LEn ME



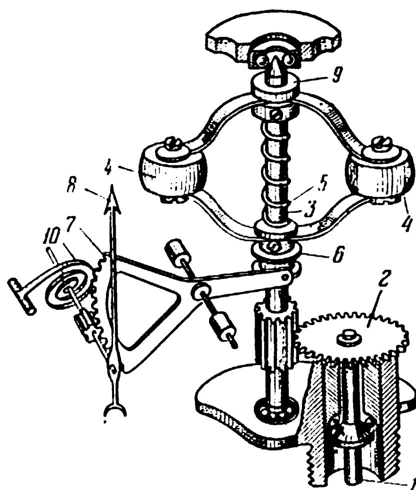
L'arbre *A* reçoit le mouvement de l'arbre à essayer par l'intermédiaire de l'arbre *D* et de l'engrenage *1*, *2*. Le levier *4* portant des charges *5* s'articule sur l'élément *3* emmanché sur l'arbre *A*. Lorsque l'arbre *A* est en mouvement, le levier *4* tourne sous l'action des forces centrifuges des charges *5*, et la bielle *6* fait déplacer la douille *7* en même temps que le levier coudé *8* et l'aiguille *9*. L'aiguille *9* indique la vitesse angulaire de l'arbre à essayer. Le ressort *10* ramène le levier *4* avec ses charges *5* à sa position initiale.

243	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU TACHYMÈTRE	LEn ME



La rotation de l'arbre à mesurer est transmise à l'aide de la roue dentée *1* à l'axe *2* sur lequel s'articule la charge *3*. Lorsque l'axe *2* est en mouvement, la charge *3* tend à occuper la position perpendiculaire à l'axe du tachymètre. En se déformant, le ressort *4* déplace vers le haut la douille *5* qui fait tourner le secteur *6* et l'aiguille *7*.

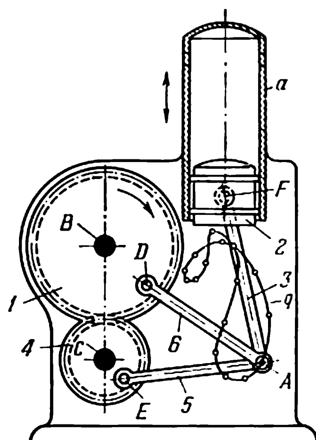
244	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU TACHYMÈTRE CENTRIFUGE	LEn ME



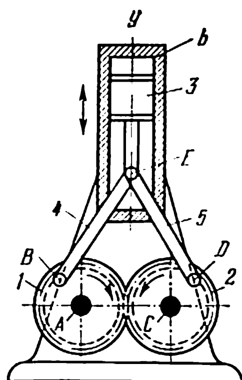
La rotation de l'arbre de distribution est transmise à l'arbre *1* du tachymètre et, par l'intermédiaire de la roue dentée *2*, à l'axe *3*. Lorsque l'axe *3* est en mouvement, les charges *4* s'écartent sous l'action de la force centrifuge et serrent le ressort *5*. En se déplaçant sur l'axe *3* du mécanisme, le manchon *6* fait tourner le secteur denté *7* et l'aiguille *8* qui indique la vitesse de rotation. Le manchon *9* est rigidement fixé sur l'arbre *3*. Le ressort en spirale *10* a pour but de rattraper les jeux dans le mécanisme.

18—01416

245	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA MACHINE À PISTON	LEn MP



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *B*, engrène avec une roue dentée *4* tournant autour d'un axe fixe *C*. Les roues *1* et *4* forment des couples de rotation *D* et *E* avec les éléments *6* et *5* qui, à leur tour, constituent un couple de rotation *A* avec la bielle *3*. La bielle *3* forme un couple de rotation *F* avec le piston *2* coulissant dans le cylindre *a*. Les longueurs des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_1 = 2r_4$ et $AD = AE$, où r_1 et r_4 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *4*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement, le point *A* décrit une courbe de bielle complexe *q*, et le piston *2*, qui effectue un mouvement alternatif, fait deux courses de longueur différente au cours d'un tour de la roue *1*.



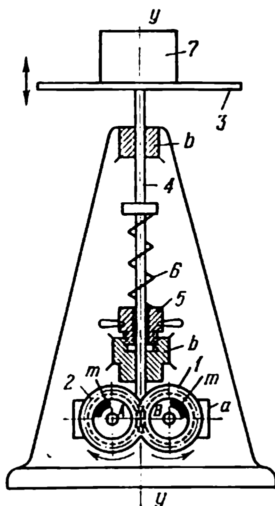
Les roues dentées *1* et *2*, qui sont en prise, tournent autour des axes fixes *A* et *C* en formant des couples de rotation *B* et *D* avec les bielles *4* et *5*. Ces dernières constituent, à leur tour, des couples de rotation *E* avec le piston *3* coulissant dans le cylindre *b*. Les longueurs des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_1 = r_2$, $AB = CD$ et $BE = DE$, où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. Les angles formés par les directions *AB* et *CD* avec l'axe *y* du cylindre *b* sont égaux et symétriques. Lorsque l'une des roues, *1* ou *2*, tourne, le piston *3* reçoit un mouvement alternatif le long de l'axe *y*. Si dans le mécanisme les masses des roues *1* et *2* et des bielles *4* et *5* sont égales, les pressions des forces d'inertie ne s'exercent pas sur les parois du cylindre.

11. Mécanismes des machines et appareils produisant des vibrations (247-248)

247	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU CRIBLE AVEC ÉLÉMENTS ÉLASTIQUES	LEn MV

Le cadre *2* qui comporte deux roues dentées identiques *1* tournant autour des axes *A* et *B* est relié au cadre *3* par les ressorts *5* et *4*. Les masses non équilibrées *m* sont fixées sur les roues dentées *1* à des angles φ par rapport à l'axe $x - x$ si bien que la force perturbatrice résultante *P*, égale à $P = m\omega^2 r \cos\varphi$, où ω est la vitesse angulaire de rotation des roues *1* et *2* et *r*, la distance entre les axes de rotation *A* et *B* et le centre des masses des charges *m*, soit dirigée le long de l'axe $x - x$. Lorsque les roues dentées *1* tournent, les cadres *2* et *3* effectuent des mouvements oscillatoires.

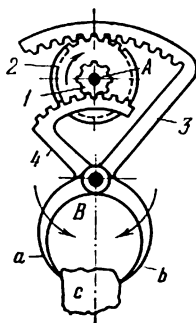
MÉCANISME À COULISSEAU ET ENGRENAGE DE LA TABLE VIBRANTE



Les roues dentées identiques *1* et *2* tournent autour des axes *B* et *A* du cadre *a* solidaire de la tige *4* animée d'un mouvement de translation dans un guidage *b* — *b*. Les roues *1* et *2* portent les masses égales *m* fixées à des angles φ égaux par rapport à l'axe *y* — *y*. Lorsque les roues *1* et *2* sont en rotation uniforme le long de l'axe *y* — *y* de la tige *4*, une force *P* s'exerce telle que $P = 2\ m\omega^2 r \cos\varphi$, où ω est la vitesse angulaire des roues *1* et *2* ; *r*, les distances entre les axes de rotation *A* et *B* et le centre de masse des charges *m*. Sous l'action de la force *P*, la table *3* et l'objet à essayer *7* placé sur la table se mettent à vibrer. Le dispositif à vis *5* permet de régler la tension du ressort *6*.

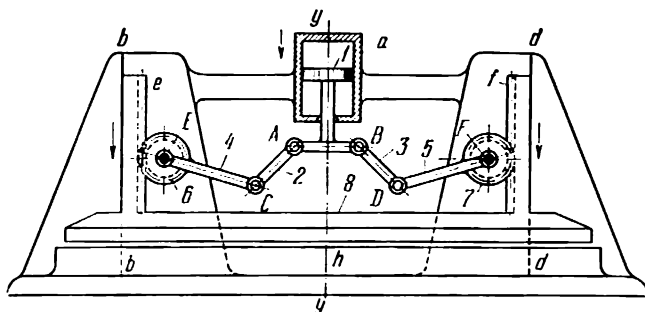
12. Mécanismes des griffes, des serres et des entretoises (249-250)

249	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA GRIFFE AVEC SECTEURS DENTÉS	LEn GS



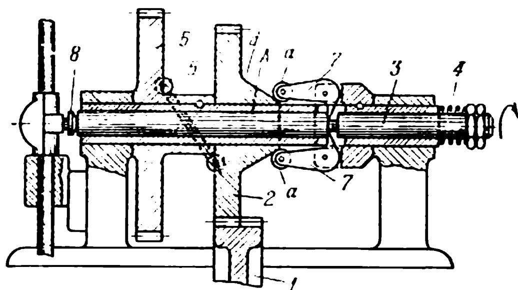
Les roues dentées *1* et *2*, rigidement reliées entre elles, tournent autour d'un axe fixe *A* et engrènent avec les secteurs dentés *4* et *3*. Ces derniers tournent autour d'un axe fixe *B*. Lorsque les roues *1* et *2* tournent dans le sens indiqué par la flèche, les mâchoires *a* et *b* des secteurs *3* et *4* saisissent l'objet *c*.

250	MÉCANISME D'OUSTSOV À LEVIERS ET ENGRENAGE DESTINÉ AU SERRAGE D'UNE BANDE	LEn GS

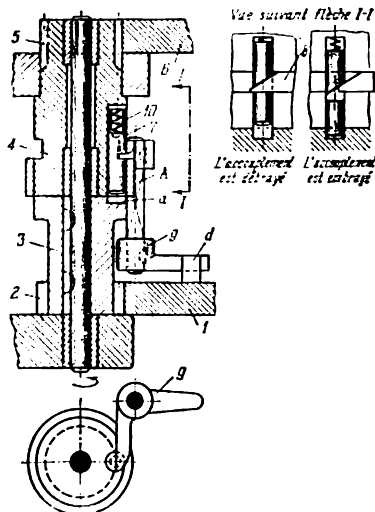


Le piston *1*, animé d'un mouvement de translation suivant l'axe $y - y$ du cylindre *a*, forme des couples de rotation *A* et *B* avec les éléments *2* et *3* qui, à leur tour, constituent des couples de rotation *C* et *D* avec les éléments *4* et *5*. Les éléments *4* et *5*, mobiles autour des axes fixes *E* et *F*, sont munis de secteurs dentés *6* et *7* engrenant avec les crémaillères *e* et *f* qui coulissent dans des guidages verticaux $b - b$ et $d - d$. Les crémaillères *e* et *f* appartiennent à l'élément *8*. Les longueurs des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $AC = BD$, $CE = FD$, $r_6 = r_7$, où r_6 et r_7 sont les rayons des cercles primitifs des secteurs *6* et *7*. Les points *A* et *B* sont disposés symétriquement par rapport à l'axe $y - y$. Lorsque le piston *1* est animé d'un mouvement de translation, l'élément *8* reçoit un mouvement de translation suivant l'axe $y - y$ et serre la bande contre un plan immobile.

251	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE L'ACCOUPLEMENT DE SÉCURITÉ	LEn Ac



Lorsque la charge est normale, le couple moteur est transmis de la roue *1* à la roue *2* montée folle sur l'arbre *A* et puis il est transmis par le levier *5* à la roue *6*. Le plongeur *3*, sollicité par le ressort *4*, prend la position montrée sur la figure. Lorsque la charge croît, la pression s'exerçant sur les appuis sphériques du levier *5* augmente, et le levier *5* fait déplacer la roue *2* vers la droite par rapport à l'arbre creux *A*. Les rouleaux *a* des leviers *7* se déplacent sur la superficie *d* de la roue *2* et écartent les leviers *7* qui déplacent le plongeur *3* à gauche, serrant le ressort *4*; le plongeur *3*, agissant sur le bouton *8*, arrête la machine. Si la charge diminue, le mécanisme est ramené à sa position de départ sous l'action du ressort *4*.

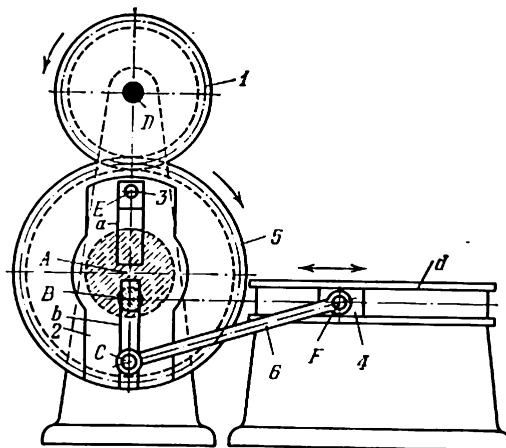


La douille *3* est mise en mouvement de rotation au moyen des roues dentées *1* et *2*. La rotation de la douille *3* est transmise à la douille *4* de l'accouplement et aux roues dentées *5* et *6* au moment où la clavette *7* s'engage dans la rainure *a* de la douille *3*. Le coin *8*, fixé sur l'axe *A* du levier *9*, s'oppose au déplacement de la clavette *7* vers le bas. Lorsque la roue dentée *1* est en mouvement, le goujon *d* agit périodiquement sur le levier *9*, en l'écartant d'un angle quelconque. Chaque fois que le levier *9* s'écarte, le coin *8* recule, et la clavette *7* descend dans la rainure *a* de la douille *3* sous l'action du ressort *10* et accouple avec cette dernière la douille menée *4*, mettant ainsi en mouvement la roue *6*. Au cours de son mouvement de retour vers la position initiale, le levier *9* déplace vers le haut la clavette *7*, taillée en biseau, au moyen d'un ressort (non figuré).

253	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE COMMUTATION	LEn CE

Le mouvement de la roue dentée motrice *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est transmis à la roue dentée *2* montée folle sur l'arbre *3*. Ce mouvement est ensuite transmis au moyen des roues dentées *4* et *5* tournant autour d'un axe fixe *B — B* à la roue dentée *6* qui est également montée folle sur l'arbre *3*. Les roues dentées *2* et *6* mobiles autour d'un axe fixe *C — C*, engrènent alternativement avec la partie mobile de l'accouplement *7* et font tourner l'arbre *3* dans les deux sens. La vis tangente *8*, montée sur l'abre *3*, met en mouvement la roue tangente *9* qui commande le mouvement du levier de commutation *10* relié à la roue *9* par un ressort *11*. La roue *9* tournant autour d'un axe fixe *E* comporte deux éléments arqués amovibles *a* et *d*. Lorsque la roue *9* tourne, les bossages *b* et *b'* du levier *10* entrent en contact avec les éléments *a* et *d*, et le levier reste immobile. Dès que le contact entre les bossages *b* et *b'* et les éléments *a* et *d* prend fin, le ressort *11* tire le levier *10* et la commutation a lieu.

254	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE AVEC ÉLÉMENT MENÉ DE COURSE RÉGLABLE	LEn LRg



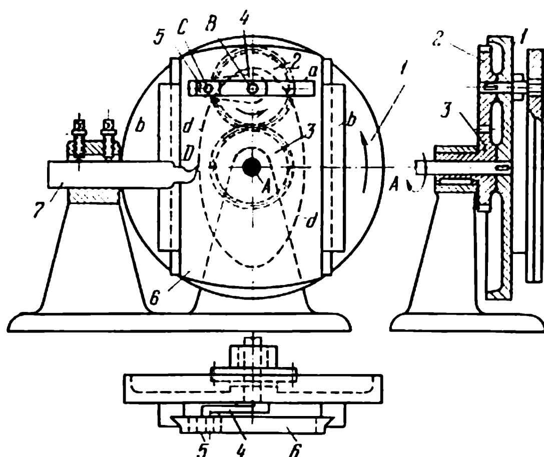
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *D*, engrène avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe fixe *A*. La roue *5* constitue un couple de rotation *E* avec le coulisseau *3* glissant dans la rainure *a* de la coulisse *2* mobile autour d'un axe fixe *B*. La coulisse *2* forme un couple de rotation *C* avec la bielle *6* qui, à son tour, constitue un couple de rotation *F* avec le coulisseau *4* se mouvant dans un guidage fixe *d*. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement uniforme, la coulisse *2* reçoit un mouvement non régulier et le coulisseau *4* se déplace d'un mouvement alternatif où la course aller et la course retour sont de vitesse moyenne différente. La longueur de course du coulisseau *4* peut être variée en déplaçant l'axe du couple de rotation *C* dans la rainure *b* de la coulisse *2*.

16. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux (255-288)

255	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU PÉTRIN MÉCANIQUE	LEn DSp

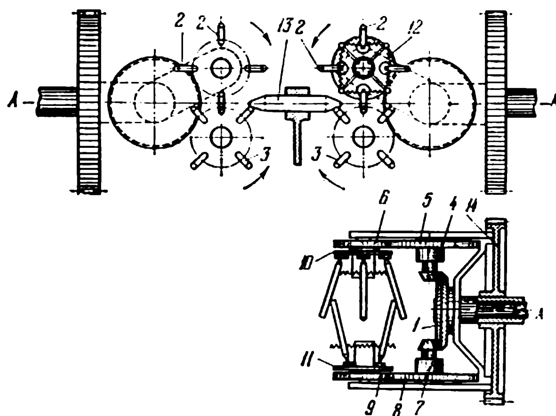
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une roue dentée *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les roues *1* et *2* forment des couples de rotation *F* et *G* avec les éléments *6* et *7* qui constituent, à leur tour, un couple de rotation *E*. Les points *C* et *D* des bras *3* et *4* rendus solidaires des éléments *6* et *7* décrivent des courbes de bielle complexes *q* et *t*. Les longueurs des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_1 = r_2$, $FE = GE$, où r_1 et r_2 sont les cercles primitifs des roues *1* et *2*. Dans la position de départ du mécanisme, les segments *AF* et *BG* coïncident avec la ligne *AB* et sont dirigés en sens inverses. Le bras *4* peut être fixé dans différentes positions par rapport à l'élément *7*.

256	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE D'UN DISPOSITIF POUR USINAGE DES PIÈCES OVALES	LEn DSp



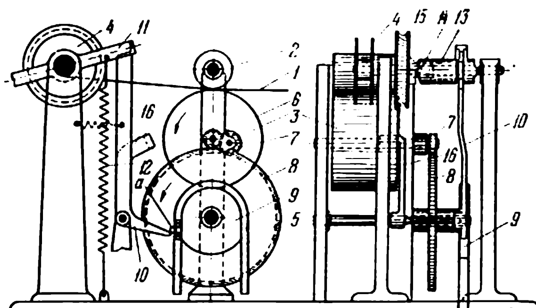
Le plateau *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec le satellite *2* qui engrène avec une roue dentée fixe *3*. La manivelle *4*, solidaire du satellite *2*, forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *5* glissant dans la coulisse *a* de la plaque *6*. Cette dernière glisse dans le guidage *b* du plateau *1*. Les axes de la coulisse *a* et du guidage *b* sont perpendiculaires entre eux. Les roues *2* et *3* ont les dimensions égales. Lorsque le plateau *1* tourne, les points de la plaque *6* décrivent des courbes de forme ovale. Si l'on fixe la pièce à usiner sur la plaque *6*, l'outil *7* coupera la pièce par son point *D* lui imprimant une forme ovale *d*.

257	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE POUR IMPRIMER LA FORME CONIQUE AUX EXTRÉMITÉS DU CIGARE	LEn DSp



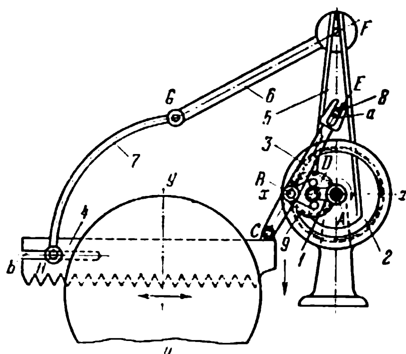
Lorsque la roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*, les leviers *2* et *3* reçoivent la rotation dans les sens indiqués par les flèches à l'aide des roues dentées *4*, *5*, *6* et *7*, *8*, *9*. Les leviers *2* et *3*, reliés aux disques *10* et *11* par des articulations sphériques, sont maintenus en position neutre par les ressorts *12*. Lorsque les disques *10* et *11* tournent, les leviers *2* et *3* compriment les extrémités du cigare *13* selon les génératrices des cônes. La roue *14*, qui porte les paliers des roues dentées *4*, *5*, *6*, *7*, *8* et *9* et qui tourne autour d'un axe *A*, permet d'imprimer aux extrémités du cigare la forme conique.

258	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE POUR ENROULEMENT DU RUBAN SUR LA BOBINE D'UNE MACHINE À ÉCRIRE	LEn DSp



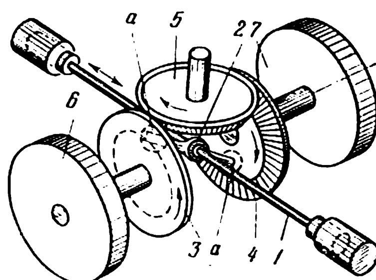
Le ruban *1* d'une machine à écrire est déplacé par les rouleaux *2* et *3* vers la bobine mobile *4*. Le mouvement du rouleau *3* est transmis à la chaîne *5* au moyen des roues dentées *6*, *7*, *8* et *9*. Le doigt *a* de la chaîne *5* est mis en position selon la quantité du ruban à enrouler et après le déplacement correspondant de la chaîne *5* il bute contre le levier coudé *10* et le fait tourner. Le levier *11*, sollicité par le ressort *12*, tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Le manchon *13* est dégagé du disque mobile *15* sous l'action du ressort *14*, et la bobine *4* s'arrête. L'enroulement du ruban *1* prend également fin, car le levier de frein *16* arrête le rouleau *3*.

259	MÉCANISME PLANÉTAIRE À COULISSE ET ENGRENAGE DE LA SCIE	LEn DSp



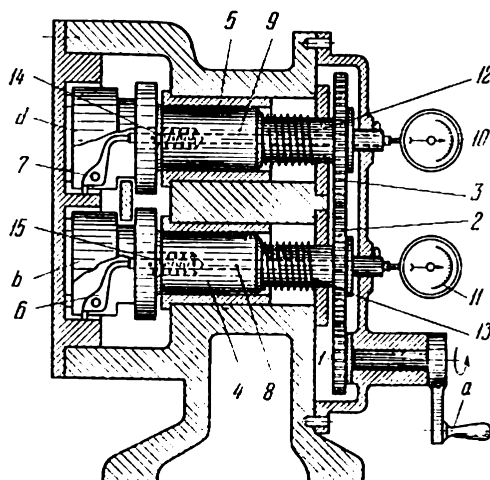
Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *D* avec le satellite *9* qui engrène avec une roue dentée fixe *2*. Le satellite *9* constitue un couple de rotation *B* avec la coulisse *3*. La coulisse *3* forme un couple de rotation *C* avec la scie *4* et un couple de translation *E* avec le coulisseau *8* glissant dans la rainure *a* de la coulisse *3*. Le coulisseau *8* tourne autour de l'axe *E* de l'élément *5* qui constitue un couple de rotation *F* avec l'élément *6*. Ce dernier forme un couple de rotation *G* avec l'élément *7*. L'élément *7* glisse par son extrémité *H* dans la rainure *b* de la scie *4*. Le rayon r_2 du cercle primitif de la roue *2* est deux fois plus grand que le rayon r_9 du cercle primitif de la roue *9*. Par suite le point *B*, situé sur le cercle primitif de la roue *9*, se déplace suivant la droite $x - x$ passant par le point *A*. Lorsque le porte-satellites *1* est en mouvement, la scie *4* reçoit un mouvement alternatif parallèle à l'axe $x - x$. La scie avance le long de l'axe $y - y$ lorsqu'on tourne l'élément *5* autour de l'axe *A*

260	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA NAVETTE	LEn DSp



La rotation de la roue dentée conique *5* est transmise aux roues dentées coniques *3* et *4* tournant à des vitesses angulaires égales en sens opposés. Le centre de la navette *2*, qui tourne autour de la tige *1* et est reliée aux roues *3* et *4* par des articulations sphériques *a*, se déplace d'un mouvement alternatif en même temps que la tige *1*. La tige *1* dont le mouvement alternatif peut se transformer en mouvement de rotation joue le rôle de l'élément menant. Les volants *6* et *7* servent à franchir les points extrêmes.

261	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE SERVANT AU CONTRÔLE DU COUVERCLE DE LA BOÎTE DE VITESSES D'UN TRACTEUR	LEn DSp

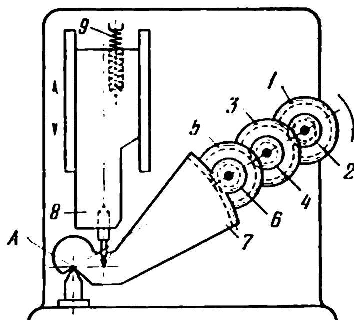


Lorsqu'on fait tourner la roue dentée *1* par la poignée *a*, les barres *4* et *5*, reliées entre elles par les roues dentées *2* et *3*, tournent également. Les barres *4* et *5* portent à leurs extrémités les disques *b* et *d* dans les rainures desquels sont disposés les leviers *6* et *7*. Lorsque la dimension du trou à mesurer s'écarte de la dimension requise, les leviers *6* et *7* agissent sur les tiges des indicateurs *10* et *11* par les goujons *8* et *9* qui passent à travers les barres. Les ressorts *12*, *13*, *14* et *15* servent à serrer en permanence les leviers *7* et *6* contre les surfaces contrôlées.

262

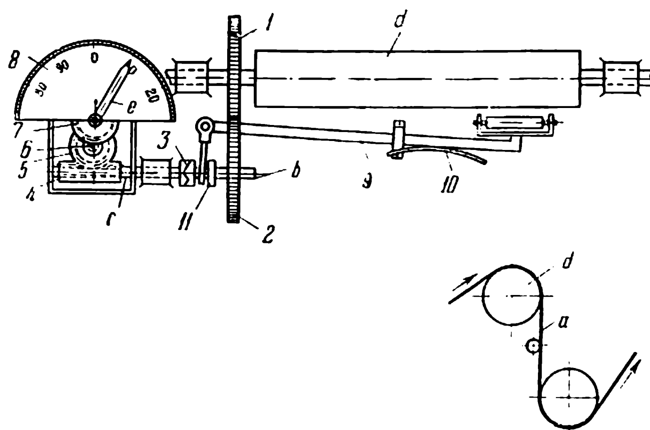
MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU MICROSCOPE

LEn DSp



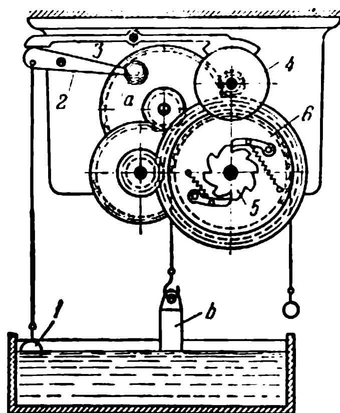
La rotation de la roue dentée *1* est transmise par les roues dentées *2*, *3*, *4*, *5* et *6* au secteur denté *7* qui a pour appui le point *A*. La rotation du secteur est transformée en mouvement de translation de l'élément *8*. Le ressort *9* sert à rattraper les jeux possibles dans le mécanisme. Pour empêcher la descente spontanée de l'élément *8* sous l'action du ressort *9*, on a prévu sur la roue dentée *6* une rondelle de friction (non représentée sur la figure) qui, par frottement, équilibre la force exercée par le resso

263	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU COMPTEUR DE MÉTRAGE DU PAPIER	LEn DSp



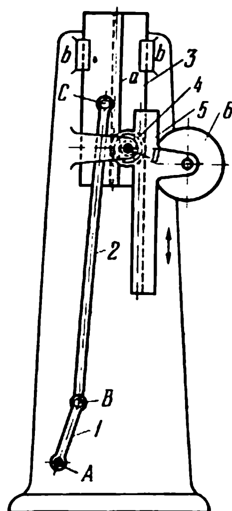
Le papier *a* est déplacé à l'aide du rouleau *d* et de la roue dentée *1* solidaire de ce rouleau. La roue dentée *1* commande la rotation de l'arbre *b* par l'intermédiaire de la roue dentée *2*. Le manchon *3* étant embrayé, le mouvement est transmis à l'arbre et à la vis tangente *4* calée sur cet arbre. La vis tangente *4* entraîne l'aiguille *e* du cadran *8* au moyen de trois pignons *5*, *6* et *7*. Au moment où la bande de papier se rompt, le levier *9* descend et déplace le manchon d'accouplement mobile *11* au moyen du ressort *10*, arrêtant ainsi la machine.

264	**MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DESTINÉ À RÉGLER LE NIVEAU DU MÉTAL DANS LE BAIN DE LA LINOTYPE**	**LEn DSp**



Lorsque le métal se trouve à un niveau normal le flotteur *1* flotte dans le bain et le bras gauche de l'élément *2* agit, sous l'action du poids *a*, sur l'élément *3* portant un sabot de frein qui est serré contre la poulie *4*, effectuant ainsi son freinage. La poulie est reliée par un système de pignons et le rochet *6* à la roue à rochet *5* sur laquelle est suspendu par une chaîne le lingot *b*. Lorsque le métal se trouve à un niveau normal, le poids du lingot qui tend à faire tourner la roue à rochet est équilibré par la force de frottement sur la poulie de frein. Lorsque le niveau baisse dans le bain, le flotteur *1* baisse, lui aussi, et entraîne le poids *a* de l'élément *2*. Le sabot de frein lâche la poulie *4*, et le lingot s'enfonce dans le bain et fond, compensant de la sorte la diminution du métal dans le bain.

265	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU CYLINDRE D'IMPRESSION OSCILLANT	LEn DSp

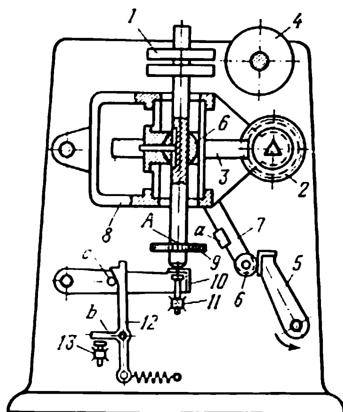


La manivelle *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec la bielle *2* qui constitue, à son tour, un couple de rotation *C* avec le marbre *3* coulissant dans un guidage *b*. Le marbre *3* comporte une crémaillère *a* qui est en prise avec la roue dentée *4* tournant sur un axe fixe *D*. La roue *4* engrène avec le chariot *5* portant le cylindre d'impression *6*. Lorsque la manivelle motrice *1* tourne, le chariot *5* reçoit un mouvement alternatif.

266	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU PLONGEUR DE LA MACHINE À COUDRE	LEn DSp

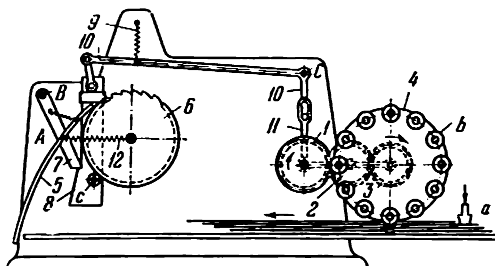
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe *B*, engrène avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe fixe *C*. La roue *1* forme un couple de rotation *A* avec l'élément *3* coulissant dans le guidage *4* qui constitue un couple de rotation avec la roue *5*. L'élément *3* forme un couple de rotation *D* avec l'élément *6*. L'élément *6* constitue un couple de rotation *E* avec l'élément *7* tournant autour d'un axe fixe *L*. L'élément *8* constitue des couples de rotation *F* et *G* avec l'élément *7* et l'élément *9* tournant autour d'un axe fixe *H*. L'élément *10* forme des couples de rotation *K* et *N* avec l'élément *9* et le plongeur *2* coulissant dans un guidage *a*. Lorsque la roue *1* tourne, le plongeur 2 reçoit un mouvement alternatif.

267	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA MACHINE À ÉCRIRE	LEn DSp



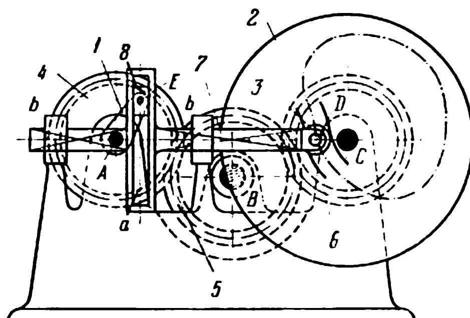
La roue porte-caractères *1* est mise en mouvement à l'aide des roues dentées *2* et *3*. Lorsque la lettre requise s'arrête en face de l'arbre *4*, la roue *1* s'avance et entre en contact avec l'arbre, imprimant de la sorte le caractère. Lorsque l'élément *5* tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, il agit sur le rouleau *6* de l'élément *7* articulé sur le chariot *8* et le fait tourner; son doigt *a* s'engage entre les dents de la roue *9*. L'axe *A* tourne autour d'un axe fixe *K*, et la roue *1* s'approche de l'arbre *4*. L'élément *10*, qui porte l'axe *A*, est soulevé par la tige *11*, et le cliquet *12* le maintient dans cette position. Lorsque la tige *13* agit sur la saillie *b* du cliquet *12*, ce dernier tourne et libère l'ergot *c*. L'élément *10* s'abaisse et la roue *1* revient à sa position normale sous l'action de la pesanteur.

268	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE POUR AVANCER DES FEUILLES DE PAPIER	LEn DSp



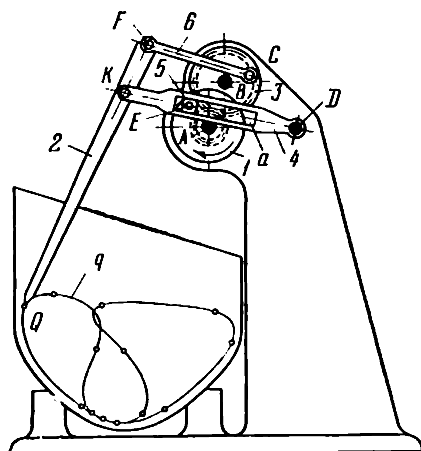
La rotation de la roue dentée *1* est transmise, au moyen d'une roue dentée intermédiaire *2*, à la roue dentée *3* montée sur le même arbre que la roue à fuseaux *4*. En tournant, la roue *4* frappe par ces fuseaux *b* les feuilles de papier et les avance dans le sens indiqué par la flèche jusqu'à ce qu'elles se heurtent à l'élément d'arrêt *5*. La roue ne doit déplacer qu'une seule feuille de papier. On mettra à cet effet les feuilles de papier en pile en observant un certain décalage, toute la pile de feuilles de papier, sauf la première feuille, étant maintenue par un sabot de freinage *a*. Sous la pression de la feuille de papier, l'élément *5* tourne autour d'un axe *A* et engrène par son extrémité supérieure avec la dent de la roue à rochet *6*. En agissant sur l'élément *5*, la roue à rochet *6* fait tourner l'élément *7* autour d'un axe fixe *B*, libérant ainsi l'élément *8* qui remonte sous l'action du ressort *9*. Le levier *10*, avec la chape *11*, tourne et fait monter la roue à fuseaux *4*. L'excentrique (non représenté sur la figure), monté sur le même arbre que le rochet *6*, agit sur le rouleau *c* de l'élément *8* et fait descendre ce dernier, déplaçant de la sorte la roue à fuseaux *4* vers le bas. L'élément *7* est serré contre le bâti par le ressort *12*.

269	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE POUR USINER LA RAINURE D'UNE CAME	LEn DSp



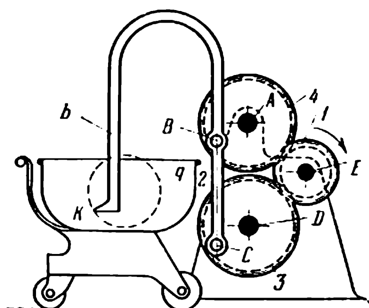
La manivelle *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *E* avec le coulisseau *8* glissant dans la rainure *a* de la coulisse *7* qui glisse, à son tour, dans un guidage fixe *b* — *b*. La roue dentée *4*, reliée rigidement à la manivelle *1*, engrène avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue *5* engrène avec la roue dentée *6*, mobile autour d'un axe fixe *C*, qui est solidaire du disque *2*, dans lequel on doit exécuter une rainure de came. L'usinage est réalisé à l'aide de la fraise *3* mobile autour de l'axe *D* de la coulisse *7*. Dans le mécanisme considéré, on exécute la rainure de la came tracée d'après la loi sinusoïdale. Les rayons des cercles primitifs des roues *4*, *5* et *6* sont égaux entre eux.

270	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DU PÉTRIN MÉCANIQUE	LEn DSp



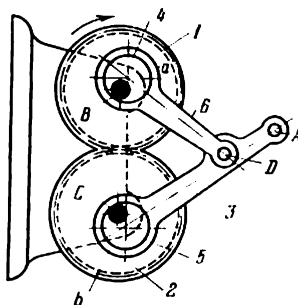
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *3* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* forme un couple de rotation *E* avec le coulisseau *5* qui glisse dans la rainure *a* de la coulisse *4* mobile autour d'un axe fixe *D*. La roue *3* constitue un couple de rotation *C* avec l'élément *6*. L'élément *2* forme des couples de rotation *K* et *F* avec les éléments *4* et *6*. Lorsque la roue motrice *1* tourne, l'élément *2*, qui est le bras du pétrin mécanique, reçoit un mouvement combiné, tandis que le point *Q* de l'élément *2* décrit une courbe de bielle complexe *q*.

271	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU PÉTRIN MÉCANIQUE	LEn DSp



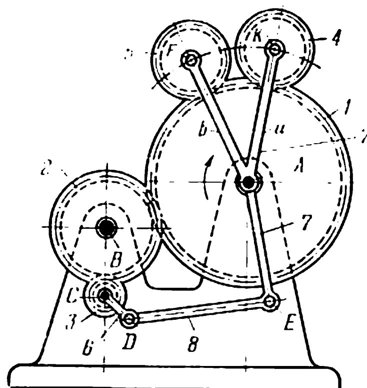
La roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *E* et engrène avec les roues dentées *4* et *3* qui tournent autour des axes fixes *A* et *D*. Les roues *4* et *3* forment des couples de rotation *B* et *C* avec l'élément *2* comportant le bras *b* servant à pétrir la pâte. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $r_3 = r_4$, $AB = DC$ et $AD = BC$, où r_3 et r_4 sont les rayons des cercles primitifs des roues *3* et *4*. De cette façon, la figure *ABCD* est un parallélogramme et, par conséquent, lorsque la roue *1* tourne, tout point *K* du bras *b* décrit le cercle *q* de rayon égal à $r = AB$.

272	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE D'UN DISPOSITIF À RECTIFIER	LEn DSp



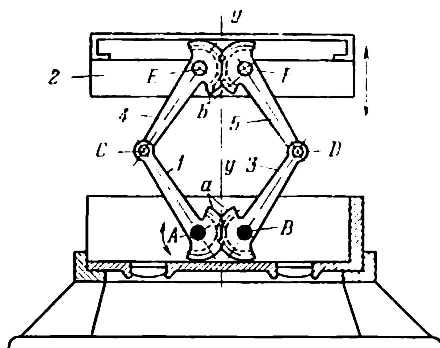
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *B*, engrène avec la roue dentée *2* qui tourne autour d'un axe fixe *C*. L'excentrique *4*, solidaire de la roue *1*, constitue un couple de rotation qui se présente sous la forme d'une douille *a* comportant l'élément *6*. L'excentrique *5*, solidaire de la roue *2*, constitue un couple de rotation qui se présente sous la forme d'une douille *b* comportant l'élément *3*. Les éléments *3* et *6* constituent un couple de rotation *D*. Si les nombres de dents des roues *1* et *2* diffèrent peu entre eux, le cycle complet de mouvement du mécanisme sera égal au nombre de tours qui est le plus petit multiple du nombre de dents des roues. Le point *A* de l'élément *3* décrit alors une courbe de bielle complexe à l'aquelle on peut avoir recours pour l'installation et la mise en fonctionnement de la rectifieuse.

273	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DES CYLINDRES	LEn DSp



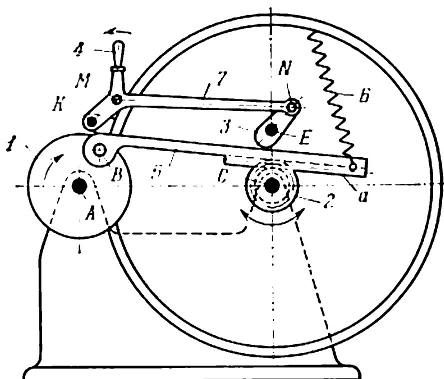
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *2* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *2* engrène avec la roue dentée *3* tournant autour d'un axe fixe *C*. La manivelle *6*, solidaire de la roue *3*, forme un couple de rotation *D* avec la bielle *8*. La bielle *8* forme un couple de rotation *E* avec le levier oscillant *7*, en forme de V, qui tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue *1* est rendue solidaire d'une grande roue de cylindrage, dont le diamètre est égal au diamètre de la roue *1*. Deux rouleaux de cylindrage *4* et *5*, qui tournent autour des axes *K* et *F*, sont montés sur les rayons *a* et *b* du levier oscillant *7*. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement, le levier *7* effectue une oscillation complète pour un tour de la roue *3*.

274	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DU STÉRÉOSCOPE	LEn DSp



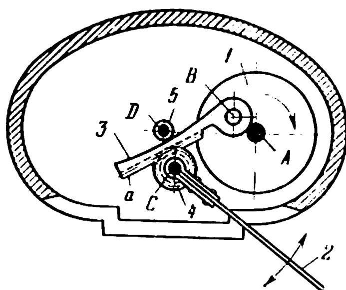
Les éléments *1* et *3*, mobiles autour des axes fixes *A* et *B*, possèdent des secteurs dentés identiques *a* qui sont en prise. L'élément *1* forme un couple de rotation *C* avec l'élément *4*, et l'élément *3* constitue un couple de rotation *D* avec l'élément *5*. Les éléments *4* et *5*, qui forment des couples de rotation *E* et *F* avec l'élément *2*, comportent des secteurs dentés identiques *b* qui sont en prise. Les longueurs des éléments du mécanisme satisfont aux conditions $AC=BD$ et $CE=DF$. Lorsque l'élément *1* est en mouvement, l'élément *2* se déplace d'un mouvement de translation suivant l'axe $y-y$.

275	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA MACHINE À LAVER	LEn DSp



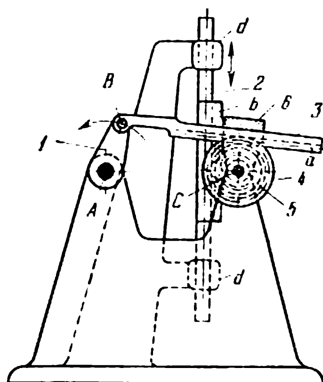
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec l'élément *5* comportant la crémaillère *a* qui est en prise avec la roue dentée *2* tournant autour d'un axe fixe *C*. L'élément *5* est suspendu au corps de la machine par le ressort *6*. Lorsque l'élément moteur *1* est en rotation, la roue *2* effectue un mouvement de bascule, tant que la came *3*, mobile autour d'un axe fixe *E*, se trouve dans la position montrée sur la figure. Lorsqu'on tourne la poignée *4* autour d'un axe fixe *K* dans le sens opposé à celui indiqué par la flèche, la bielle *7*, qui forme des couples de rotation *M* et *N* avec la poignée *4* et la came *3*, fait tourner la came *3* autour d'un axe fixe *E*, la crémaillère *a* désengrène de la roue *2* et cette dernière s'arrête.

276	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE D'UN ESSUIE-GLACE D'AUTOMOBILE	LEn DSp



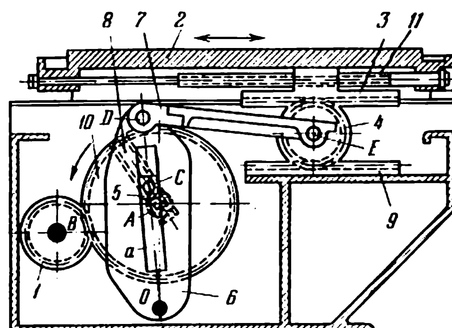
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec l'élément *3* qui comporte la crémaillère *a* engrenant avec la roue dentée *4* tournant autour d'un axe fixe *C*. Le balai *2* est rendu solidaire de la roue *4*. La continuité d'engrènement de la crémaillère *a* avec la roue *4* est assurée par le galet *5* qui tourne autour d'un axe fixe *D*. Lorsque l'élément *1* est en mouvement, le balai *2* reçoit un mouvement de balancement

277	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE DE LA MORTAISEUSE	LEn DSp



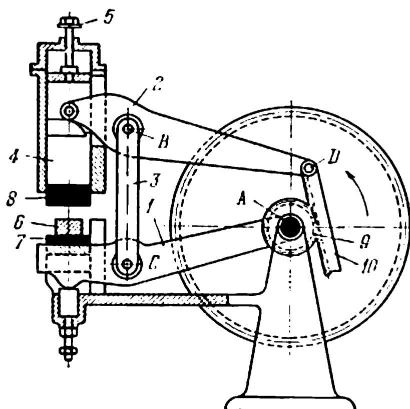
La manivelle *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec l'élément *3* qui comporte la crémaillère *a* engrenant avec la roue dentée *4* tournant autour d'un axe fixe *C*. La roue *5*, solidaire de la roue *4*, engrène avec la crémaillère *b* de l'élément *2* qui se meut dans un guidage fixe *d* — *d*. L'élément *6*, qui tourne autour d'un axe *C*, constitue un couple de translation avec l'élément *3* et assure la continuité d'engrènement de la crémaillère *a* avec la roue *4*. Lorsque la manivelle *1* est en mouvement, l'élément *2* reçoit un mouvement alternatif.

278	MÉCANISME À COULISSE ET ENGRENAGE DE LA RABOTEUSE	LEn DSp



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *B*, engrène avec la roue dentée *10* qui tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue *10* forme un couple de rotation *C* avec le coulisseau *5* qui se meut dans la rainure *a* de la coulisse *6* tournant autour d'un axe fixe *O*. La coulisse *6* constitue un couple de rotation *D* avec l'élément *7* qui forme, à son tour, un couple de rotation *E* avec la roue dentée *4*. La roue *4* engrène avec la crémaillère fixe *9* et avec la crémaillère *3* rendue solidaire de la table *2*. La fixation de la position de la crémaillère *3* par rapport à la table *2* est assurée par la vis *11*. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement, la table *2* reçoit un mouvement alternatif, ses courses aller et retour étant de durée différente. La table *2* se déplace dans ce cas à une vitesse deux fois supérieure à la vitesse du point *E*. Pour varier la marche de la table *2*, la roue *10* est munie d'une coulisse *8*, dans laquelle on peut déplacer et fixer l'axe *C* comportant le coulisseau *5*.

279	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DES CISEAUX	LEn DSp



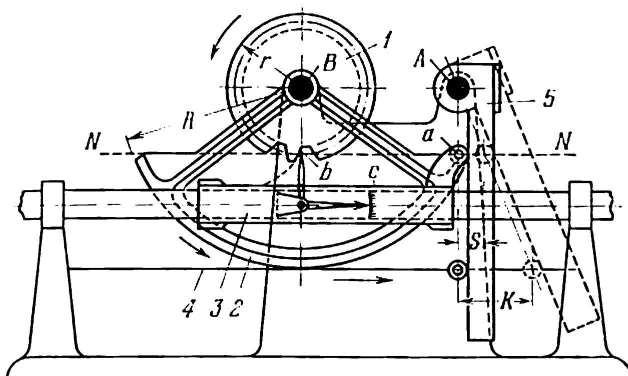
Le mécanisme des ciseaux est composé de deux leviers *1* et *2* réunis par la tige *3* qui forme avec ceux-ci des couples de rotation *C* et *B*. Par l'une de ses extrémités le levier *2* bute contre le support *4* du couteau supérieur *8*, et par l'autre il constitue un couple de rotation *D* avec la crémaillère *10* qui engrène avec la roue dentée *9* mobile autour d'un axe fixe *A*. Le levier *1* sert de support au couteau inférieur *7*. L'autre extrémité du levier *1* tourne librement autour de l'axe *A*. Lorsque la roue *9* est en rotation, le couteau supérieur *8* descend sous le poids de deux leviers *1* et *2* et du support *4*. Dès que le couteau supérieur *8* s'approche de la pièce à couper *6*, son mouvement se trouve bloqué par l'écrou *5*. Lorsque la roue *9* continue à tourner, le levier *2* fait monter le support du couteau inférieur *7* sous l'action de la tige *3*, effectuant ainsi la coupe.

280

MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE D'UN DISPOSITIF SERVANT À MESURER LA DÉVELOPPANTE

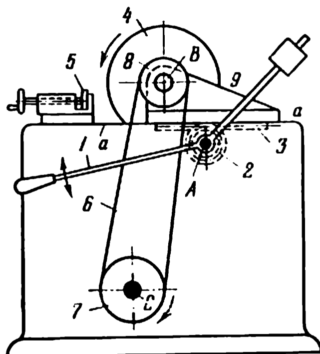
LEn

DSp



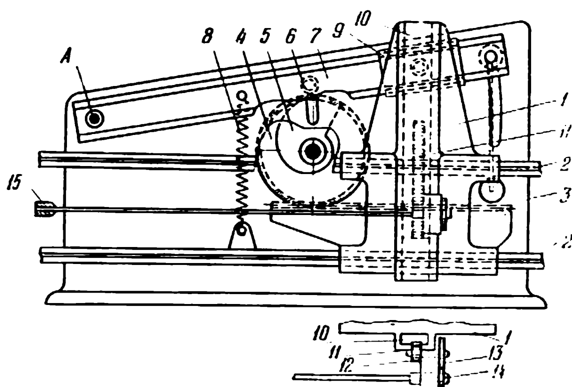
La roue contrôlée *1* et le segment *2* sont montés sur le même axe fixe *B*. Le galet *a* et la touche *b* du chariot *3* se trouvent sur la droite *N — N* parallèle au sens de déplacement du chariot *3*. La distance entre le galet *a* et l'axe *A* est égale au rayon du cercle de base de la roue contrôlée *1*. Lorsque la roue *1* tourne, le mouvement du segment *2* est transmis par la bande *4* au levier *5* qui pivote de telle façon que $\frac{S}{K} = \frac{r}{R}$. Cette condition étant remplie, les points de la tangente *N — N* décriront une développante de rayon *r*. Si le profil de la dent n'a pas de défauts, la touche *b* reste immobile par rapport au chariot en mouvement *3*. Si le profil de la dent s'écarte de la développante régulière, la touche *b* transmet ces écartements à l'indicateur *c*.

281	MÉCANISME À LEVIERS ET DENTS DE LA SCIE	LEn DSp



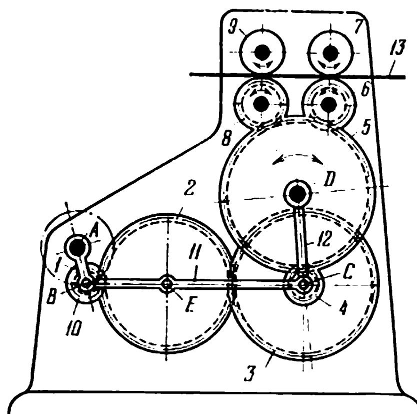
Le levier *1* et la roue dentée *2*, qui est solidaire de ce levier, tournent autour d'un axe fixe *A*. La roue *2* engrène avec la crémaillère *3* du coulisseau *9* qui se meut dans un guidage fixe *a*. Le disque tranchant *4*, mobile autour d'un axe *B*, est entraîné à l'aide d'une transmission souple constituée par les bielles *7* et *8* et l'élément souple *6*. Lorsqu'on tourne le levier *1* dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, le coulisseau *9* se déplace vers la gauche et approche le disque *4* de l'objet à traiter *5*. Si on tourne le levier *1* dans le sens opposé, le disque s'éloigne de l'objet.

282	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE POUR RAYAGE DE CANON	LEn DSp



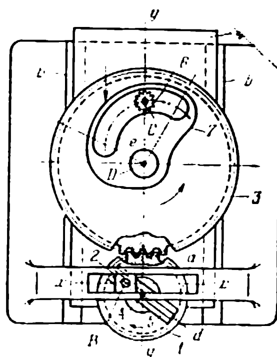
Lorsque le chariot *1* se déplace dans le guidage *2*, la crémaillère *3* met en mouvement la roue *4*, solidaire de la came *5*. La tige *7* portant le rouleau *6* qui subit l'action du ressort *8*, pivote autour d'un axe fixe *A*. La glissière *9*, qui se déplace sur la tige *7*, est articulée sur la glissière transversale *10*. La glissière *10* se déplace dans la rainure du chariot *1*, et la crémaillère *11*, reliée à la glissière *10*, met en mouvement les roues dentées *12*, *13*, *14* qui impriment le mouvement à la fraise *15*. Le déplacement de la fraise est assuré par le mouvement du chariot *1*. De cette façon, la fraise *15* reçoit un mouvement hélicoïdal nécessaire pour le rayage d'un canon.

283	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE DE L'ARRACHEUSE DE LIN	LEn DSp



La manivelle *1*, solidaire de la roue dentée *10*, tourne autour d'un axe fixe *A* et engrène avec la roue dentée *2*. Cette dernière tourne autour de l'axe *E* de la bielle *11*. La roue *2* engrène avec la roue *3*, mobile autour d'un axe *C*. La roue dentée *4*, solidaire de la roue dentée *3*, engrène avec la roue *5* qui tourne autour d'un axe fixe *D*. La bielle *11* forme des couples de rotation *B* et *C* avec la manivelle *1* et le levier oscillant *12* tournant autour de l'axe fixe *D*. Lorsque la manivelle *1* est en mouvement uniforme, la roue *5* fait deux rotations dans les deux sens pour un cycle complet de mouvement du mécanisme. Les rouleaux cannelés *7* et *9* seront donc mis en mouvement de rotation alternatif au moyen des rous dentées *6* et *8*, agissant ainsi sur le matériau à traiter *13*.

284 MÉCANISME À COULISSE ET POUR USINAGE D'UNE RAINURE DU TYPE SINUSOÏDAL



Le mécanisme est destiné à exécuter une rainure de came dont le profil est tracé suivant une loi sinusoïdale. La roue dentée motrice *1* tourne autour de l'axe *A* de l'élément *4*. L'élément *5* forme un couple de rotation *B* avec le coulisseau *2* glissant dans un guidage fixe *a*, et un couple de rotation avec l'élément *4* qui coulisse dans un guidage fixe *b* — *b*. La fraise *6* est mobile autour d'un axe fixe *C*. La roue *1* engrène avec la roue *3*, solidaire de la pièce à usiner *7*. La roue *3* tourne autour de l'axe *D* de l'élément *4*. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement, la pièce à usiner *7* se déplace suivant l'axe *y* — *y* d'une grandeur *y* égale à

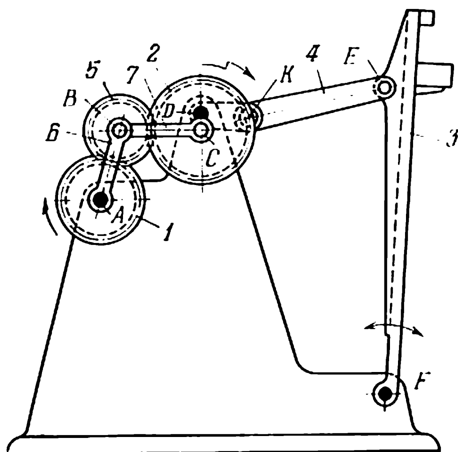
$$y = y_0 \pm r \sin \varphi$$

et pivote à un angle ψ égal à

$$\psi = \frac{z_1}{z_3} \varphi,$$

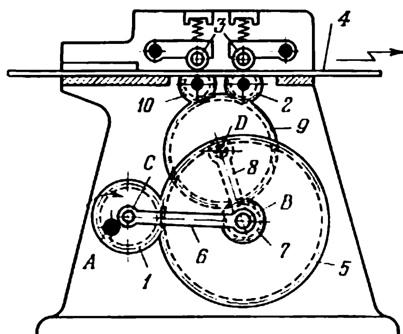
où y_0 est la coordonnée initiale qui définit la position de l'élément *4*; *r*, la distance *AB*; φ, l'angle formé par *AB* avec l'axe *x* — *x*; z_1 et z_3, les nombres de dents des roues *1* et *3*. La fraise *6* exécute la rainure *e* dans la pièce *7*. On varie le déplacement *y*, en modifiant la longueur *AB*, autrement dit en fixant l'axe *B* dans différentes positions de la rainure *d*.

285	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE D'UN BATTANT	LEn DSp



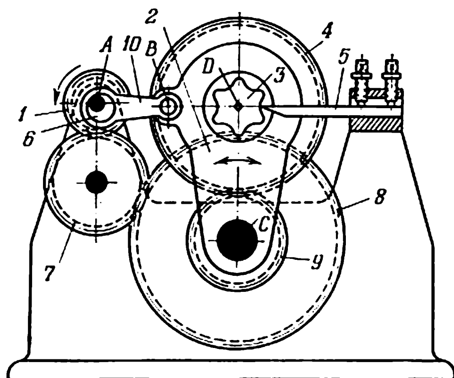
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue *5* qui tourne autour d'un axe *B*. La roue *5* engrène avec la roue *2* qui tourne autour d'un axe fixe *D* disposé de façon excentrique. L'élément *6*, tournant autour de l'axe *A*, forme un couple de rotation *B* avec l'élément *7* qui constitue, à son tour, un couple de rotation *C* avec la roue *2*. L'élément *4* forme des couples de rotation *K* et *E* avec la roue *2* et le battant *3* qui tourne autour d'un axe fixe *F*. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, la roue *2* reçoit un mouvement non uniforme, assurant ainsi le mouvement oscillatoire du battant *3*.

286	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE POUR TRAITEMENT DES FIBRES DE LIN	LEn DSp



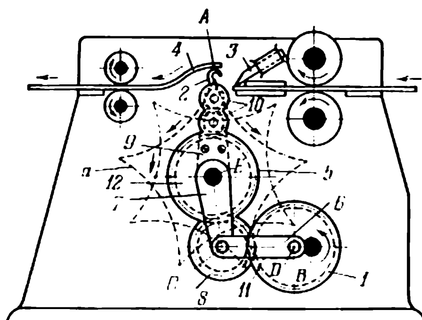
La roue dentée *1*, fixée de façon excentrique et qui tourne autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue dentée *5*. La roue *5* et la roue *7*, solidaire de la première, tournent autour d'un axe *B*. L'élément *6* forme des couples de rotation *C* et *B* avec la roue *1* et l'élément *8* qui tourne autour d'un axe fixe *D*. La roue *7* engrène avec la roue *9* qui tourne autour de l'axe *D*. Au moyen de roues dentées *10*, la roue *9* entraîne les rouleaux *2* qui sont solidaires de la roue *9*. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, les rouleaux *2*, animés d'un mouvement alternatif intermittent, déplacent la matière fibreuse *4* entre les rouleaux *2* et les rouleaux de pression *3*.

287	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE POUR USINAGE DES PIÈCES DE PROFIL COMPLEXE	LEn DSp



L'excentrique *6*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation avec la bielle *10* qui constitue, à son tour, un couple de rotation *B* avec le levier oscillant tournant autour d'un axe fixe *C*. La roue dentée *1*, solidaire de l'excentrique *6*, transmet le mouvement à la roue *4* à l'aide d'un engrenage constitué de la roue *7* et des roues *8* et *9* reliées rigidement entre elles. La roue *4* tourne autour de l'axe *D* du levier oscillant *2*. La pièce à usiner *3* de profil complexe est rendue solidaire de la roue *4* et effectue avec cette dernière le mouvement combiné autour des axes *C* et *D*. L'usinage de la pièce est réalisé au moyen d'un outil de coupe ou d'une fraise *5* reliée au support. La forme de la pièce à exécuter dépend des dimensions des éléments du mécanisme et du rapport de transmission de l'engrenage. La forme de la pièce montrée sur la figure est conventionnelle.

288	MÉCANISME PLANÉTAIRE À LEVIERS ET ENGRENAGE SERVANT À COUPER UNE BANDE DE PAPIER	LEn DSp



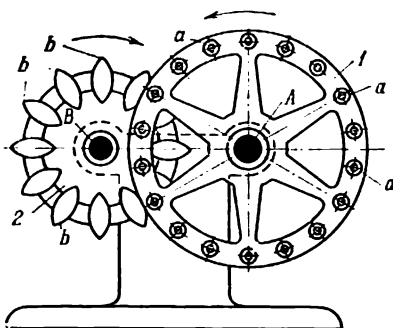
La roue dentée *1*, disposée de façon excentrique, tourne autour d'un axe fixe *B* et engrène avec la roue dentée *8* tournant autour d'un axe *C*. La roue *8* engrène avec la roue *5*, mobile autour d'un axe fixe *E*. Les éléments *7* et *11* forment des couples de rotation avec les roues *5*, *8* et *1*. L'élément *7* tourne autour de l'axe *E*. Le porte-satellites *9*, solidaire de la roue *5*, comporte deux satellites *10* identiques accouplés l'un après l'autre. La roue fixe *12* est placée sur le même axe que la roue *5* qui lui est égale. Lorsque le porte-satellites *9* est en rotation, les satellites *10* roulent sur la roue *12*. Le point *A* de l'élément *2*, solidaire du satellite supérieur *10*, décrit une trajectoire complexe *a* qui possède neuf points doubles. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, la roue *5* comportant le porte-satellites *9* tourne d'une façon non uniforme. Le point *A* de l'élément *2*, solidaire du satellite supérieur *10*, qui suit la trajectoire *a*, déplace périodiquement par à-coups la bande de papier *4* vers le couteau *3*.

III

Mécanismes à fuseaux et engrenage FE

1. Mécanismes à trois éléments d'usage général Tr (289-303). 2. Mécanismes à éléments multiples d'usage général M (304-307). 3. Mécanismes avec arrêts Ar (308-334). 4. Mécanismes des croix de Malte CM (335-364). 5. Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation TA (365-366). 6. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux DSp (367-371).

289	MÉCANISME DE REULEAUX À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE EXTÉRIEURE	FE Tr

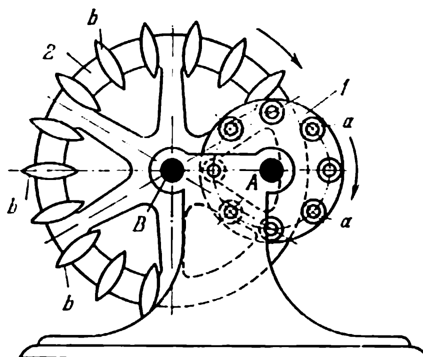


La roue *1*, mobile autour d'un axe fixe A, possède des fuseaux a qui engrènent avec les dents lentiformes b de la roue *2* tournant autour d'un axe fixe B. Les profils des dents b sont tracés suivant les courbes équidistantes de la partie d'une épicycloïde allongée. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement uniforme, la roue menée *2* reçoit un mouvement également uniforme. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est tel que

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{z_2}{z_1} = -\frac{2}{3},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2*; z_1, le nombre de fuseaux a; z_2, le nombre de dents b. Les roues *1* et *2* tournent en sens opposés.

290	MÉCANISME DE REULEAUX À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE INTÉRIEURE	FE Tr

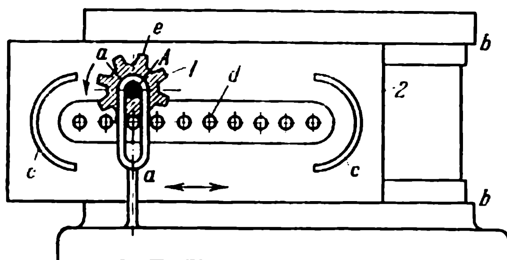


La roue *1*, mobile autour d'un axe fixe A, possède des fuseaux qui engrènent avec les dents lentiformes *b* de la roue *2* tournant autour d'un axe fixe B. Les profils des dents *b* sont tracés suivant les courbes équidistantes de la partie d'une hypocycloïde allongée. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement uniforme, la roue menée *2* reçoit un mouvement également uniforme. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est tel que

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{5}{2},$$

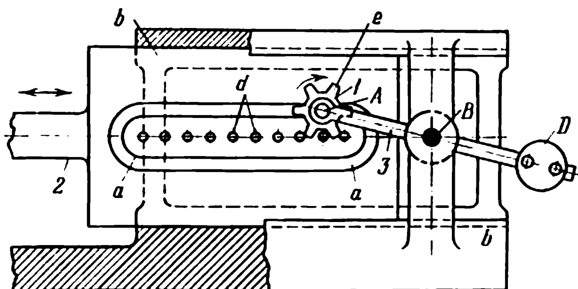
où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2*; z_1, le nombre de fuseaux *a*; z_2, le nombre de dents *b*. Les roues *1* et *2* tournent dans le même sens.

291	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC CRÉMAILLÈRE À FUSEAUX	FE Tr



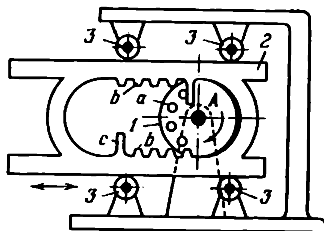
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la crémaillère *2* comportant les fuseaux *d*. L'axe *A* de la roue *1* coulisse dans la rainure fixe *a*. Lorsque la roue *1* est animée d'un mouvement uniforme continu effectué dans le même sens, la crémaillère *2* reçoit un mouvement alternatif uniforme dans un guidage fixe *b*. Les arcs profilés *c* permettent de modifier le sens du mouvement de la crémaillère *2*. Lorsque la roue *1* passe de sa position supérieure à sa position inférieure et vice versa, la crémaillère *2* reçoit un mouvement non uniforme. Les profils des dents *e* de la roue *1* sont tracés suivant les courbes équidistantes de la développante d'un cercle.

292	MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE AVEC CRÉMAILLÈRE À FUSEAUX	FE Tr



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe *A*, engrène avec la crémaillère *2* comportant les fuseaux *d*. L'axe *A* de la roue *1* coulisse dans la rainure *a* de la crémaillère *2* qui possède des parties rectilignes et curvilignes. La roue *1* forme un couple de rotation *A* avec le levier *3* qui pivote autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la roue *1* est animée d'un mouvement uniforme continu effectué dans le même sens, la crémaillère *2* se déplace d'un mouvement alternatif uniforme dans un guidage fixe *b*. Les parties curvilignes de la rainure *a* permettent de modifier le sens du mouvement de la crémaillère *2*. Lorsque la roue *1* passe de sa position supérieure à sa position inférieure et vice versa, la crémaillère *2* reçoit un mouvement non uniforme. Les profils des dents *e* de la roue *1* sont tracés suivant les courbes équidistantes de la développante d'un cercle. La charge *D* fait équilibre au poids de la roue *1*.

293	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC CRÉMAILLÈRE PROFILÉE	FE Tr

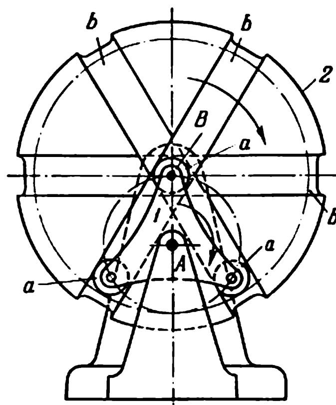


La roue *1* comportant les fuseaux *a*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène alternativement avec les parties supérieure et inférieure de la crémaillère profilée *2* munie de dents *b* et possédant des parties curvilignes et rectilignes. La crémaillère *2* glisse sur les rouleaux de guidage *3*. Lorsque la roue motrice *1* est animée d'un mouvement uniforme continu effectué dans le même sens, la crémaillère menée *2* reçoit un mouvement alternatif à une vitesse constante au moment où les fuseaux *a* se trouvent en prise avec les dents *b* et un mouvement non uniforme effectué suivant une loi sinusoïdale au moment où les fuseaux *a* se trouvent en prise avec les dents allongées *c*.

294

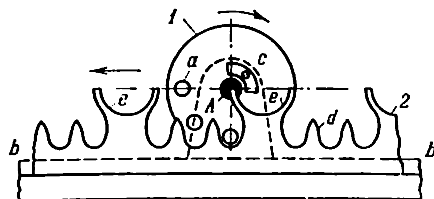
MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC COULISSE

FE Tr



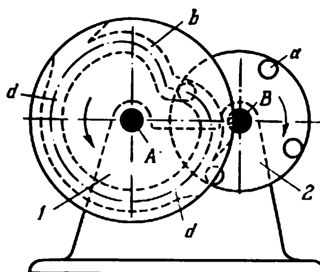
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, possède trois fuseaux *a* disposés de façon symétrique. Les distances du point *A* aux axes des fuseaux *a* sont égales et forment entre elles des angles de 120°. Les fuseaux *a* coulissent dans les rainures radiales rectilignes *b* de la coulisse *2* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. Les axes des rainures forment des angles de 60° entre eux. Lorsque l'élément *1* est animé d'un mouvement uniforme continu, la coulisse *2* reçoit un mouvement également uniforme. Le rapport de transmission i_{12} est égal à $i_{12} = 2$. Les éléments *1* et *2* tournent dans le même sens.

295	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET FUSEAUX AVEC ARRÊTS DE LA CRÉMAILLÈRE	FE Tr



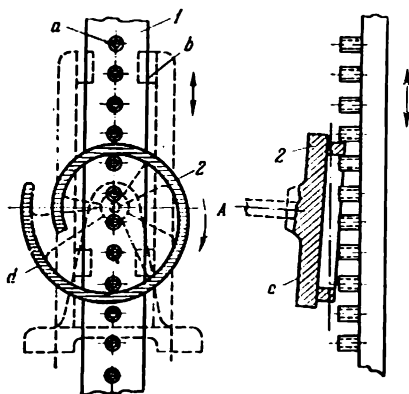
La roue *1* comportant les fuseaux *a*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec les dents *d* de la crémaillère *2* animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *b*. Les profils des dents *d* de la crémaillère *2* sont tracés suivant les courbes équidistantes de la cycloïde d'un cercle. La roue *1* possède l'arc de blocage *c*, et la crémaillère *2*, les arcs de blocage *e*. Lorsque la roue motrice *1* est animée d'un mouvement uniforme, la crémaillère menée *2* reçoit un mouvement également uniforme. Aux moments d'arrêt de la crémaillère l'arc *c* glisse sur les arcs correspondants *e*, empêchant ainsi le déplacement spontané de la crémaillère.

296	MÉCANISME À FUSEAUX ET CAME AVEC ARRÊT DE LA ROUE À FUSEAUX	FE Tr



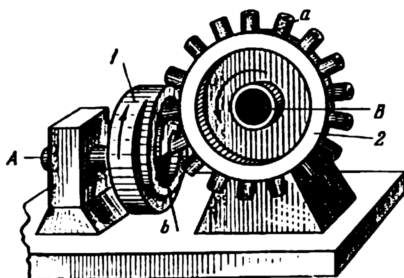
La came *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, porte une rainure profilée *b* dont les parties *d* — *d* sont tracées suivant un arc de cercle de centre *A*. La rainure *b* engrène avec les fuseaux *a* de la roue *2* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. Les axes des fuseaux *a*, disposés symétriquement, sont équidistants du centre *B*. Pour un tour de la came motrice *1*, la roue à fuseaux *2* pivote à un angle de 90°. La roue *2* observe un arrêt quand la partie curviligne *d* — *d* de la rainure glisse sur les deux fuseaux voisins *a*, permettant ainsi d'éviter la rotation spontanée de la roue *2*.

297	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE AVEC CRÉMAILLÈRE À FUSEAUX	FE Tr



La crémaillère *1* comportant des fuseaux *a* coulisse dans un guidage *b*. La roue *2* est munie d'une dent *d* de forme hélicoïdale qui est disposée sur le disque *c* de la roue *2*. La roue *2* tourne autour de l'axe fixe *A* légèrement incliné par rapport à la surface de la crémaillère *1*. Lorsque la roue *2* est animée d'un mouvement uniforme, la crémaillère *1* reçoit un mouvement non uniforme. Pour un tour de la roue *2*, la crémaillère se déplace d'un fuseau.

298	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À FUSEAUX ET ENGRENAGE	FE Tr



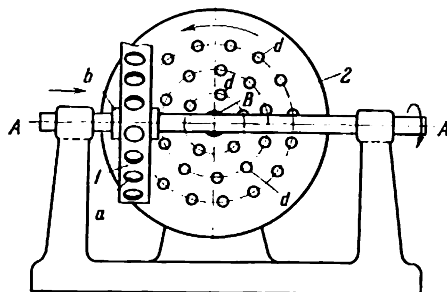
La roue *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte une rainure hélicoïdale *b* qui engrène avec les fuseaux *a* de la roue à fuseaux *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Le mécanisme permet de transmettre une rotation continue entre les deux axes perpendiculaires entre eux qui ne se coupent pas.

299

MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE D'UNE TRANSMISSION AVEC AXES PERPENDICULAIRES

FE

Tr



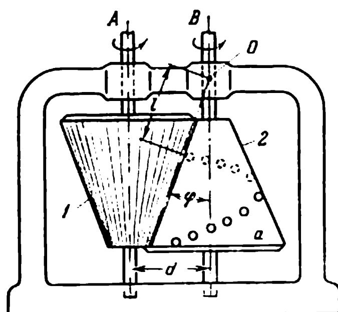
La roue *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est munie d'orifices *a*, dans lesquels s'engagent pendant l'engrènement les fuseaux *d* de la roue *2* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. Les fuseaux *d* sont disposés sur la face frontale de la roue *2* suivant trois cercles concentriques. En déplaçant le manchon de la roue *1* sur l'axe *A*, on peut obtenir que l'engrènement se produit sur l'un des cercles concentriques. Le nombre de tours par minute de la roue *1* étant constant, la roue *2* aura trois nombres de tours différents par minute. Lorsque la roue *1*, qui se déplace vers la droite, dépasse le point *B*, la roue *2* change son sens de rotation.

Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est tel que

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{z_2}{k_1},$$

où k_1 est le nombre d'orifices de la roue *1* et z_2, le nombre de fuseaux du cercle qui sont en prise avec la roue *1*.

300	MÉCANISME DE RŒMER À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE	FE Tr

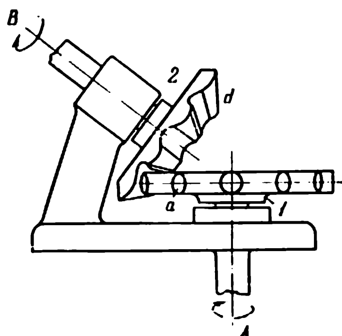


La roue conique *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est pourvue de dents dont les génératrices sont parallèles aux génératrices du cône primitif de la roue *1*. La roue conique *2*, tournant autour d'un axe fixe *B*, comporte des fuseaux *a* disposés suivant l'hélice du cône primitif de la roue *2*. Lorsque la roue motrice *2* est en mouvement, les fuseaux *a* engrènent avec la roue dentée *1*. Le mécanisme transmet la rotation de la roue *2* à la roue *1*, dont les axes *A* et *B* sont parallèles, avec le rapport de transmission variable i_{21} égal à

$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{d - l \sin \varphi}{l \sin \varphi},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2*; 2φ, l'angle d'ouverture des cônes primitifs; *d*, l'entr'axe *AB*; φ, la moitié de l'angle d'ouverture des cônes primitifs; *l*, la distance entre le sommet *O* du cône *2* et le centre du fuseau *a*.

301	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE D'UNE TRANSMISSION CONIQUE	FE Tr

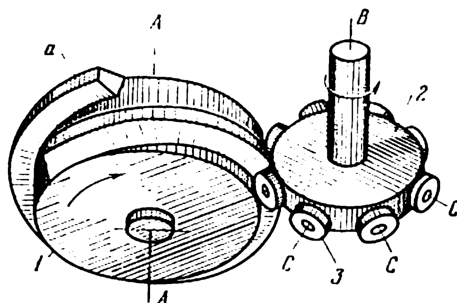


La roue *1*, mobile autour d'un axe fixe A, porte des fuseaux a qui engrènent avec les dents d de la roue dentée conique *2* tournant autour d'un axe fixe B. La roue *1* porte des fuseaux a dont les axes sont situés dans le plan de la roue. Le mécanisme permet de transmettre le mouvement entre les axes concourants A et B. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{k},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2*; z_2, le nombre de dents d de la roue *2*; k, le nombre de fuseaux a de la roue *1*.

302	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ÉLÉMENTS AUX AXES DE ROTATION CONCOURANTS	FE Tr

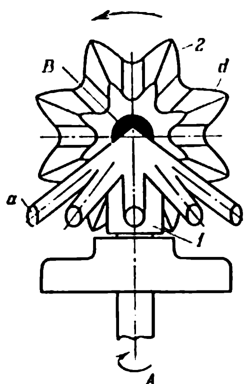


La roue *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est munie d'une dent hélicoïdale *a* qui engrène avec les rouleaux *3* de l'élément *2*. Les rouleaux *3* tournent autour des axes *C* reliés à la roue à fuseaux *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les axes *A* et *B* se coupent à un angle de 90°. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = -z_3,$$

où ω_1, ω_2 et n_1, n_2 sont les vitesses angulaires et les nombres de tours par minute des roues *1* et *2*; z_3, le nombre de rouleaux *3* de la roue *2*.

303	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE D'UNE TRANSMISSION CONIQUE	FE Tr



La roue conique *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est munie de fuseaux *a* qui engrènent avec les dents *d* de la roue dentée conique *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Le mécanisme permet de transmettre le mouvement entre les axes *A* et *B* qui se coupent. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{k},$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires des roues *1* et *2*; z_2, le nombre de dents *d* de la roue *2*; *k*, le nombre de fuseaux *a* de la roue *1*.

2. Mécanismes à éléments multiples d'usage général (304-307)

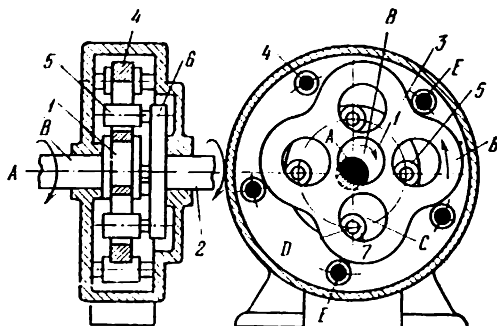
304	MÉCANISME PLANÉTAIRE À ENGRENAGE ET FUSEAUX AVEC DENTURE INTÉRIEURE	FE M

L'excentrique rond *1*, mobile autour de l'axe fixe *A* de l'arbre *6*, est embrassé par la douille *b* de la roue *3* qui comporte des fuseaux *4* tournant autour des axes *B* de cette roue. Les fuseaux *4* engrènent intérieurement avec la roue à fuseau fixe *7* et extérieurement avec la roue à fuseau *2* tournant autour de l'axe fixe *D* de l'arbre *5*. Le nombre de tours par minute n_5 de l'arbre *5* est lié au nombre de tours par minute n_6 de l'arbre *6* par la condition suivante

$$n_5 = -n_6 \frac{z_7 - z_2}{z_2},$$

où z_2 et z_7 sont les nombres de dents des roues cycloïdales *2* et *7*.

305	MÉCANISME PLANÉTAIRE À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE INTÉRIEURE	FE M



L'excentrique rond *1* d'axe *B* tourne sur un axe fixe *A*. La rondelle *3*, qui embrasse l'excentrique *1*, possède quatre dents *b* qui engrènent avec les fuseaux ronds *4* mobiles autour des axes fixes *E*. La rondelle *6*, solidaire de l'arbre menant *2* tournant autour de l'axe *A*, porte des fuseaux *7*. Les fuseaux *7* tournent autour des axes *D* de la rondelle *6* et roulent sur le côté intérieur des orifices ronds qui ont pour centre le point *C* de la rondelle *3*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont aux conditions

$$AB = DC \quad \text{et} \quad BC = AD,$$

c.-à-d. que la figure *ABCD* est un parallélogramme.

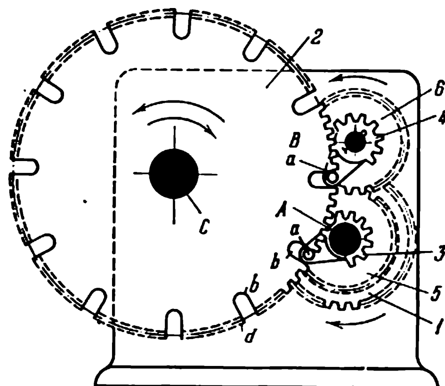
Lorsque l'excentrique *1* tourne autour de l'axe *A*, la rondelle *3* engrène avec les fuseaux *4*, imprimant ainsi le mouvement à l'arbre *2*.

Le rapport de transmission *i* du mécanisme est égal à

$$i = \frac{z_4 - z_3}{z_3},$$

où z_4 est le nombre de fuseaux *4*; z_3, le nombre de dents de la rondelle *3*.

306	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ROUE À FUSEAUX À DIRECTION DE ROTATION VARIABLE	FE M



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est reliée à une roue dentée motrice non montrée sur la figure. L'arbre *A* peut être relié au secteur *3* ou à la roue *5* à l'aide d'une clavette (non figurée sur le dessin) coulissant sur l'arbre *A*. Dans le premier cas c'est le secteur *3* qui sera mis en mouvement, dans le second cas, ce sont les roues *5* et *6* et le secteur *4* qui tourneront. Il s'ensuit qu'on peut faire tourner la roue *2* autour d'un axe fixe *C* dans les deux sens. Lorsque les dents du secteur *3* ou *4* engrènent avec les dents *d* de la roue *2*, cette dernière reçoit un mouvement uniforme. Lorsque le fuseau *a* glisse dans la rainure *b*, la roue *2* reçoit un mouvement non uniforme.

307	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ROUE MENÉE À DIRECTION DE ROTATION VARIABLE	FE M

Les roues dentées *3* et *4* mettent en mouvement la roue *5* dont l'axe *D* est fixé sur le levier *6* qui oscille par rapport à un axe *A*. Lorsque la poulie *1* tourne, la roue à fuseaux *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*, varie périodiquement son sens de rotation, tournant d'un angle de 360° à peu près. Le levier *7* permet de déplacer le levier *6* d'une position limite à l'autre. L'amplitude des oscillations du levier *6* est limitée par les butées *b*.

308	MÉCANISME À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE EXTÉRIEURE	FE Ar

La roue *1*, munie de fuseaux *b* et mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène périodiquement avec les dents *d* de la roue *2*. Cette dernière tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* comporte un arc de blocage *a*, et la roue *2* comporte deux arcs de blocage *e* disposés symétriquement. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne avec arrêts. Aux moments d'arrêt de la roue *2*, l'arc *a* glisse sur les arcs correspondants *e*, permettant ainsi d'éviter la rotation spontanée de la roue *2*. La période de mouvement T_m de la roue *2* est égale à la période de repos T_r. Le coefficient de la durée de fonctionnement *k* du mécanisme est égal à

$$k = \frac{T_m}{T_r} = 1.$$

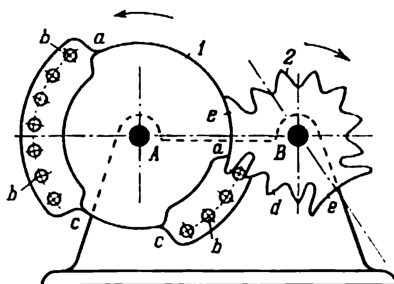
Pour un tour complet de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ_2 égal à $\varphi_2 = \pi$.

Les profils des dents *d* de la roue *2* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Le rapport de transmission i_{12} au cours de la période T_m est égal à

$$i_{12} = \frac{r_2}{r_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*.

309	MÉCANISME ASYMÉTRIQUE À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE EXTÉRIEURE	FE Ar

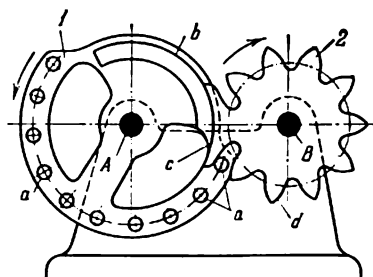


La roue *1*, comportant les fuseaux *b* disposés asymétriquement et les arcs de blocage *a* et *c*, tourne autour d'un axe fixe *A* et engrène périodiquement avec les dents *d* de la roue *2*. La roue *2*, qui tourne autour d'un axe fixe *B*, comporte les dents *d* disposées asymétriquement et les arcs égaux *e*. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. Au moment de l'arrêt de la roue *2*, les arcs *a* et *c* glissent sur les arcs respectifs *e*, permettant ainsi d'éviter la rotation spontanée de la roue *2*. Les périodes de mouvement T_m de la roue *2* ne sont pas égales entre elles, de même que les périodes de repos. Pendant la période où la partie de la roue *1* portant quatre fuseaux est en prise, la roue *2* tourne d'un angle de $2/3\pi$, et pendant la période où la partie de la roue *1* portant sept fuseaux est en prise, la roue *2* tourne d'un angle de $4/3\pi$. Les profils des dents *d* de la roue *2* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Le rapport de transmission i_{12} au cours de la période de mouvement T_m est égal à

$$i_{12} = \frac{r_2}{r_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. La rotation des roues *1* et *2* a lieu en sens opposés.

310	MÉCANISME À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE EXTÉRIEURE	FE Ar

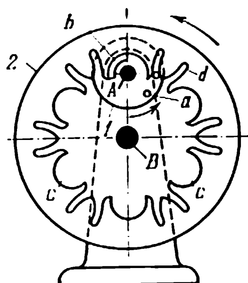


La roue *1* comportant les fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* et engrène périodiquement avec les dents *d* de la roue *2*. La roue *2* tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* comporte l'arc de blocage *b*, et la roue *2* comporte l'arc de blocage *c*. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne avec un arrêt. Au moment de l'arrêt, l'arc *b* glisse sur l'arc *c*, permettant ainsi d'éviter la rotation spontanée de la roue *2*. Pour un tour complet de la roue *1*, la roue *2* effectue une rotation complète. Les profils des dents *d* de la roue *2* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Le rapport de transmission i_{12} au cours de la période de mouvement de la roue *2* est égal à

$$i_{12}=\frac{r_2}{r_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. Les roues *1* et *2* tournent en sens opposés.

311	MÉCANISME À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE INTÉRIEURE	FE Ar



La roue *1* comportant les fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* et engrène périodiquement avec les dents *d* de la roue *2*. La roue *2* tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* comporte l'arc de blocage *b*, et la roue *2* comporte six arcs de blocage *c* disposés symétriquement. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. Au moment de l'arrêt, l'arc *b* glisse sur les arcs respectifs *c*, permettant ainsi d'éviter la rotation spontanée de la roue *2*. Pour un tour complet de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ_2 égal à

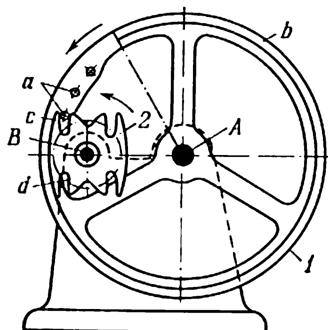
$$\varphi_2 = \frac{\pi}{3}.$$

Les profils des dents *d* de la roue *2* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'hypocycloïde d'un cercle. Le rapport de transmission i_{12} au cours de la période de mouvement de la roue *2* est égal à

$$i_{12} = \frac{r_2}{r_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. Les roues *1* et *2* tournent dans le même sens.

312	MÉCANISME À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE INTÉRIEURE	FE Ar



La roue *1* comportant les fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* et engrène périodiquement avec les dents *d* de la roue *2*. La roue *2* tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* comporte l'arc de blocage *b*, et la roue *2* comporte deux arcs de blocage *c* disposés symétriquement. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. Au moment de l'arrêt, l'arc *b* glisse sur les arcs respectifs *c*, permettant ainsi d'éviter la rotation spontanée de la roue *2*. Pour un tour complet de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ_2 égal à

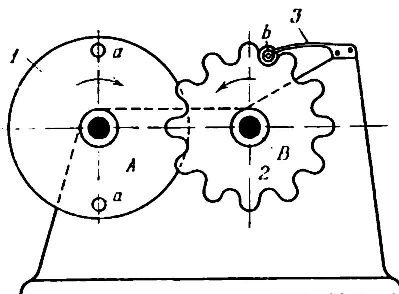
$$\varphi_2 = \frac{\pi}{2}.$$

Les profils des dents *d* de la roue *2* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Le rapport de transmission i_{12} au cours de la période de mouvement de la roue *2* est égal à

$$i_{12} = \frac{r_2}{r_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. Les roues *1* et *2* tournent dans le même sens.

313	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ ET CLIQUET DE BLOCAGE	FE Ar

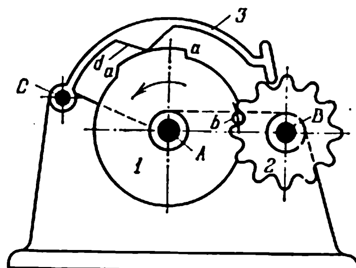


La roue motrice *1*, mobile autour d'un axe fixe A, comporte des fuseaux a. Lorsque la roue *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne autour d'un axe fixe B avec des arrêts. Le rapport de transmission moyen i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12} = \frac{z_2}{z_1} = 6,$$

où z_1 est le nombre de fuseaux de la roue *1*, et z_2, le nombre de dents de la roue *2*. Le cliquet à ressort *3* muni du galet b s'oppose à la rotation spontanée de la roue *2*.

314	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ ET CLIQUET DE BLOCAGE	FE Ar

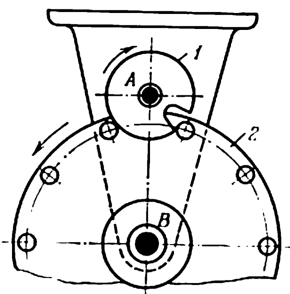


La roue motrice *1*, mobile autour d'un axe fixe A, comporte le fuseau b. Lorsque la roue *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne autour d'un axe fixe B avec des arrêts. Le rapport de transmission moyen i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12} = \frac{z_2}{z_1} = 12,$$

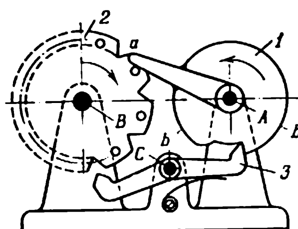
où z_1 est le nombre de fuseaux de la roue *1*, et z_2, le nombre de dents de la roue *2*. Le cliquet *3*, pivotant autour d'un axe fixe C, s'oppose à la rotation spontanée de la roue *2*. Le relèvement du cliquet *3* est réalisé par la partie profilée $a - a$ de la roue *1*, qui agit sur la saillie d du cliquet *3*.

315	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	FE Ar



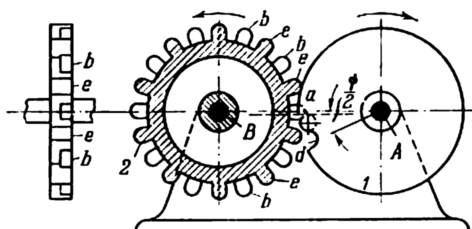
Lorsque l'élément moteur *1* tourne autour d'un axe fixe *A*, la roue à fuseaux *2* effectue un mouvement intermittent autour d'un axe fixe *B*. La rotation spontanée de la roue *2* est empêchée par le contour de la roue *1*.

316	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ ET CLIQUET DE BLOCAGE	FE Ar



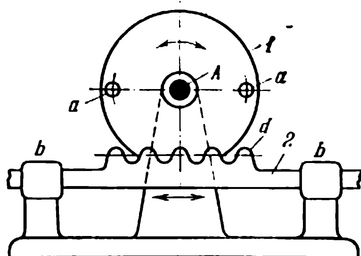
La roue motrice *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Lorsque la roue *1* est en mouvement, sa dent *a* entraîne le fuseau de la roue *2*, en tournant cette dernière d'un angle quelconque autour d'un axe fixe *B*. La position de la roue *2* au moment de l'arrêt est bloquée par le cliquet *3*, mobile autour d'un axe fixe *C*, qui est mis en prise à l'aide du cercle *b* — *b* de la roue 1.

317	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DU COMPTEUR AVEC ROUE MOTRICE COMPORTANT UN FUSEAU ET UNE RAINURE	FE Ar



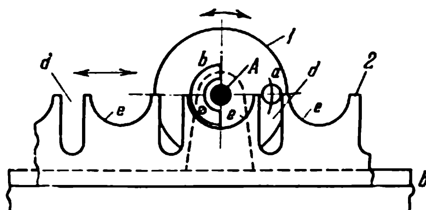
Lorsque la roue motrice *1* tourne autour d'un axe fixe *A* d'un angle ψ, la roue *2*, portant vingt dents qui ont alternativement une largeur complète et une largeur réduite de moitié, avance de deux divisions, c.-à-d. de 1/10 de tour autour d'un axe fixe *B*. La première moitié de ce tour est réalisée sous l'action du fuseau *a* s'exerçant sur la dent *b* de largeur réduite de moitié, et l'autre moitié du tour se produit sous l'action de la rainure *d* s'exerçant sur la dent *e* de largeur complète. Deux dents de largeur complète, qui sont en contact avec la roue motrice *1*, empêchent la rotation spontanée de la roue *2* au moment du repos.

MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS DE LA CRÉMAILLÈRE



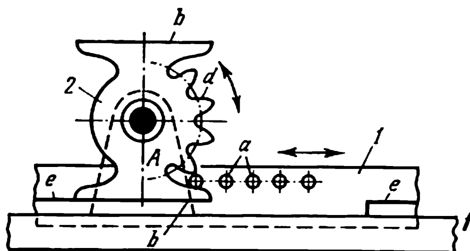
La roue *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec les dents *d* de la crémaillère *2* qui se déplace d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *b* — *b*. Les profils des dents *d* de la crémaillère *2* sont tracés par deux demi-cercles. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement uniforme, la crémaillère menée *2* reçoit un mouvement non uniforme. Au moment où les fuseaux *a* entrent en prise avec les dents *d* de la crémaillère, des chocs surviennent entre les éléments *1* et *2*.

319	MÉCANISME À FUSEAU ET CRÉMAILLÈRE AVEC ARRÊTS DE LA CRÉMAILLÈRE	FE Ar



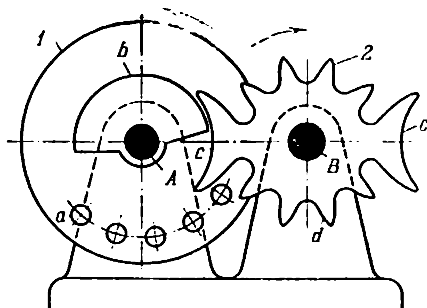
La roue *1* portant le fuseau *a* tourne autour d'un axe fixe *A* et engrène avec les rainures *d* de la crémaillère *2*. Cette dernière est animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *b*. Les profils des rainures *d* sur les parties de travail sont rectilignes. La roue *1* comporte l'arc de blocage *b*, et la crémaillère *2* comporte des arcs de blocage *e*. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement uniforme, la crémaillère menée *2* reçoit un mouvement non uniforme effectué suivant une loi sinusoïdale avec des arrêts. Au moment de l'arrêt, l'arc *b* glisse sur les arcs respectifs *e*, rendant impossible le déplacement spontané de la crémaillère *2*.

320	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS DE LA ROUE	FE Ar



La crémaillère *1* portant les fuseaux *a* est animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *f* et engrène avec les dents *d* de la roue *2* mobile autour d'un axe fixe *A*. Les profils des dents de la roue *2* sont tracés suivant la développante d'un cercle. La crémaillère *1* comporte des plans de blocage *e*, et la roue *2*, des plans de blocage *b*. Lorsque la crémaillère motrice *1* est animée d'un mouvement uniforme, la roue menée *2* reçoit un mouvement uniforme. Au moment de l'arrêt de la roue *2*, les plans *e* glissent sur les plans respectifs *b* de la roue *2*, empêchant cette dernière de tourner spontanément.

321	MÉCANISME À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE EXTÉRIEURE	FE Ar



La roue *1* portant les fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* et entre périodiquement en prise avec les dents *d* de la roue *2*. La roue *2* tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* comporte l'arc de blocage *b*, et la roue *2* comporte deux arcs de blocage *c*. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. Au moment des arrêts, l'arc *b* glisse sur les arcs respectifs *c*, permettant ainsi d'éviter la rotation spontanée de la roue *2*. Pour un tour complet de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ_2 égal à

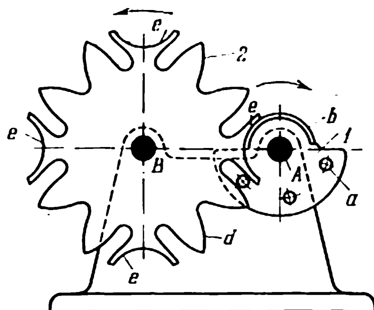
$$\varphi_2 = \pi.$$

Les profils des dents *d* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Pendant le mouvement de la roue *2* le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{r_2}{r_1} < 1,$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. Les roues *1* et *2* tournent dans les sens opposés.

322	MÉCANISME À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE EXTÉRIEURE	FE Ar



La roue *1* portant les fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* et entre périodiquement en prise avec les dents *d* de la roue *2*. La roue *2* tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* comporte l'arc de blocage *b*, et la roue *2* comporte quatre arcs de blocage *e*. Lorsque la roue motrice *1* est en rotation continue, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. Au moment de l'arrêt, l'arc *b* glisse sur les arcs respectifs *e*, empêchant ainsi la roue *2* de tourner spontanément. Pour un tour complet de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ_2 qui est égal à

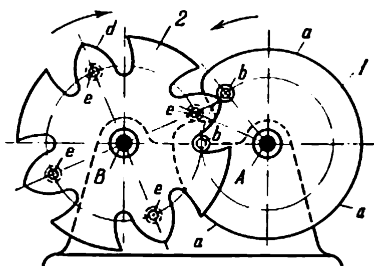
$$\varphi_2=\frac{\pi}{2}.$$

Les profils des dents *d* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Pendant le mouvement de la roue *2* le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12}=\frac{r_2}{r_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. Les roues tournent dans les sens opposés.

323	MÉCANISME À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ROULEAUX DE BLOCAGE	FE Ar



La roue *1* portant les fuseaux b tourne autour d'un axe fixe A et entre périodiquement en prise avec les dents d de la roue *2*. La roue *2* tourne autour d'un axe fixe B. La roue *1* comporte l'arc de blocage a, et la roue *2* comporte quatre rouleaux de blocage e. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. Au moment de l'arrêt, l'arc a glisse sur les deux rouleaux voisins e, empêchant ainsi la roue *2* de tourner spontanément. Pour un tour complet de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ_2 égal à

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{2}.$$

Les profils des dents d de la roue *2* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Pendant le mouvement de la roue *2*, le rapport de transmission i_{12} est égal à

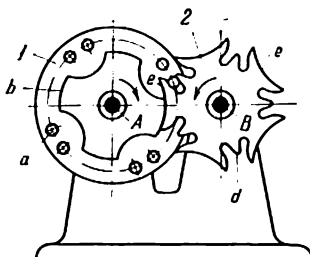
$$i_{12} = \frac{r_2}{r_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. Les roues *1* et *2* tournent dans les sens opposés.

324

MÉCANISME À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DENTURE EXTÉRIEURE

FE Ar



La roue *1* portant les fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* et entre périodiquement en prise avec les dents *d* de la roue *2*. La roue *2* tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* comporte quatre arcs de blocage *b* disposés symétriquement, et l'élément *2* comporte quatre arcs de blocage *e* disposés symétriquement. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne avec des arrêts. Au moment de l'arrêt, les arcs *b* glissent sur les arcs respectifs *e*, empêchant ainsi la rotation spontanée de la roue *2*. Pour un tour complet de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle φ_2 égal à

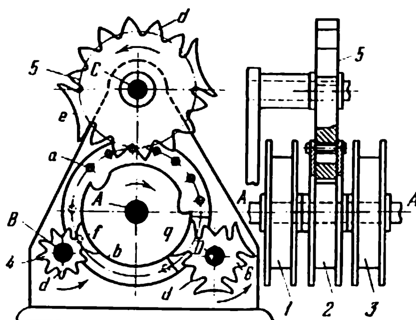
$$\varphi_2 = 288°.$$

Le cycle de travail complet du mécanisme est égal à cinq tours de la roue *1*. Les profils des dents *d* de la roue *2* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Pendant le mouvement de la roue *2* le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{r_2}{r_1},$$

où r_1 et r_2 sont les rayons des cercles primitifs des roues *1* et *2*. Les roues *1* et *2* tournent dans les sens opposés.

325	MÉCANISME À PIGNON, À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC TROIS ÉLÉMENTS MENÉS	FE Ar

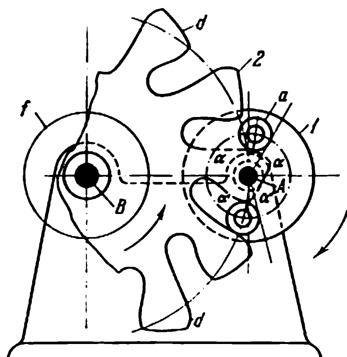


Trois roues identiques *1*, *2*, *3* rigidement reliées entre elles et comportant les fuseaux *a* tournent autour d'un axe fixe *A* et engrènent avec les dents *d* des roues *4*, *5*, *6*. Ces dernières tournent autour des axes fixes *B*, *C*, *D*. La roue *1* comporte trois fuseaux, la roue *2* en a sept, et la roue *3*, neuf. Chacune des roues *1*, *2*, *3* comporte l'arc de blocage *b*, tandis que les éléments *4*, *5* et *6* comportent les arcs de blocage *f*, *e* et *q*. Lorsque les roues *1*, *2* et *3* sont en mouvement continu, les roues menées *4*, *5* et *6* tournent avec des arrêts. Au moment de l'arrêt, les arcs de blocage empêchent la rotation spontanée des roues *4*, *5* et *6*. Pour un tour complet des roues *1*, *2* et *3*, les roues *4*, *5* et *6* tournent des angles φ_4, φ_5 et φ_6 égaux à

$$\varphi_4 = 2\pi, \quad \varphi_5 = \pi \quad \text{et} \quad \varphi_6 = \frac{2}{3}\pi.$$

Les roues *4*, *5* et *6* ne tournent pas toutes à la fois, mais l'une après l'autre. Les profils des dents *d* des roues *4*, *5* et *6* sont tracés suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Les roues *1* et *4*, *5* et *6* tournent dans les sens opposés.

326	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	FE Ar

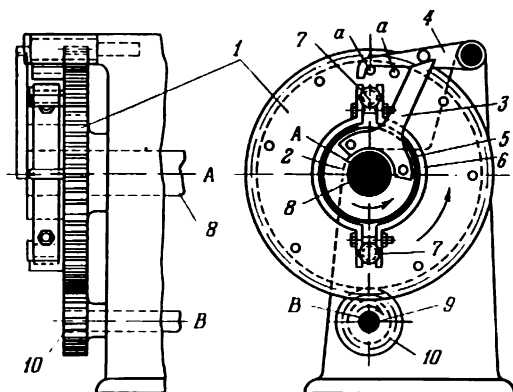


La roue *1* portant deux fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* et entre en prise avec les dents *d* de la roue *2* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. Les centres des arcs extérieurs *f* des dents *d* sont disposés suivant le cercle tracé. Le profil de la dent *d* possède la partie supérieure de la circonférence et deux parties $\alpha - \alpha$ et $\alpha' - \alpha'$ tracées suivant les arcs de cercle à partir du centre *A*. Les autres parties des profils sont tracées suivant les courbes équidistantes de l'épicycloïde d'un cercle. Le rayon r_1 du cercle primitif de la roue *1* est égal à

$$r_1 = r + r_\alpha,$$

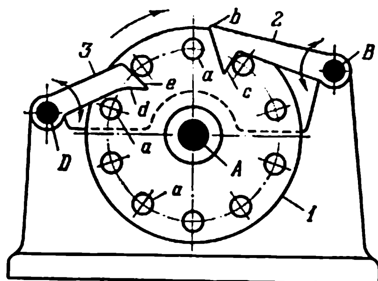
où r est le rayon du fuseau *a*; r_α, le rayon du cercle comportant les arcs $\alpha - \alpha$ et $\alpha' - \alpha'$. Lorsque la roue *1* est en mouvement continu, la roue *2* tourne avec des arrêts aux moments où les fuseaux *a* entrent en contact avec les arcs $\alpha - \alpha$ et $\alpha' - \alpha'$. Ces arcs servent d'arcs de blocage et ont pour but d'empêcher la rotation spontanée de la roue *2*. Pour un tour complet de la roue *1*, la roue *2* tourne d'un angle comprenant deux dents. Lorsque la roue *1* est en mouvement uniforme, la roue *2* reçoit un mouvement également uniforme.

327	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ROUE ANIMÉE D'UN MOUVEMENT NON UNIFORME AVEC ARRÊTS	FE Ar



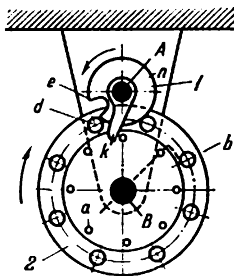
La douille *2* et le levier *3* sont rendus solidaires de l'arbre menant *8*, mobile autour d'un axe fixe *A*. La roue dentée *1*, montée folle sur l'arbre *8*, engrène avec la roue dentée *10* tournant autour d'un axe fixe *B*. Lorsque l'arbre *8* est en mouvement, le levier *3* soulève périodiquement le cliquet *4*, libérant la roue dentée *1*. Au moyen de la garniture de friction *5* serrée par le collier *6* et par les goujons *7* fixés sur la roue *1*, la douille *2* fait tourner cette dernière d'un angle quelconque, dont la valeur dépend de la distance qui sépare les fuseaux voisins *a*. Lorsque l'arbre *8* est en mouvement, l'arbre *9* tourne autour de l'axe *B* avec des arrêts dont la durée dépend de la position des fuseaux *a*.

328	MÉCANISME DE BLOCAGE À FUSEAUX ET ROCHET	FE Ar



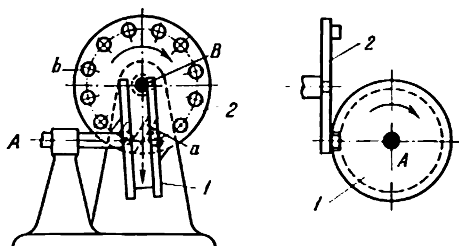
La roue à fuseau *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte les fuseaux *a*. Lorsque la roue *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, le fuseau *a* agit sur le biseau *b* du cliquet *2* et sur le biseau *d* du cliquet *3* et les fait tourner autour des axes *B* et *D*. La rotation de la roue *1* en sens inverse est bloquée par les fuseaux *a* qui butent contre les biseaux *c* et *e* des cliquets *2* et *3*.

329	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	FE Ar



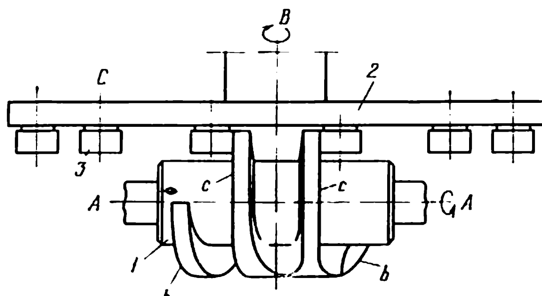
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, possède le doigt *k* et la rainure *e*. Le doigt *k* engrène avec les fuseaux *a* de la roue *2* qui tourne autour d'un axe fixe *B*, tandis que la rainure *e* entre en prise avec les fuseaux *d* de la roue *2*. Les têtes des fuseaux *a* et *d* sont situées dans des plans parallèles. Lorsque l'élément *1* est en mouvement continu, le doigt *k* agit sur le fuseau *a* et tourne la roue à fuseaux jusqu'à ce que la rainure *e* entre en prise avec le fuseau *d*. Lorsque la roue *2* est immobile, l'arc de blocage *n* glisse sur deux fuseaux voisins *d*. Lors de la rotation uniforme de l'élément menant *1*, la roue menée *2* reçoit un mouvement non uniforme avec huit périodes de mouvement et d'arrêt pour son tour complet.

330	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À FUSEAUX ET CAME AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	FE Ar



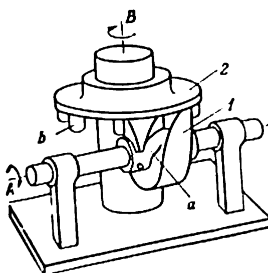
La came à rainure *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le profil de la rainure de cette came comporte une partie oblique *a*. La partie *a* du profil entre en prise avec les fuseaux *b* de la roue *2* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la came menante *1* est en mouvement continu, la roue menée *2* tourne de façon non uniforme avec de brefs arrêts. Les axes *A* et *B* ne se coupent pas et sont perpendiculaires entre eux.

331	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE AVEC DISQUE À FUSEAUX À MOUVEMENT INTERMITTENT	FE Ar



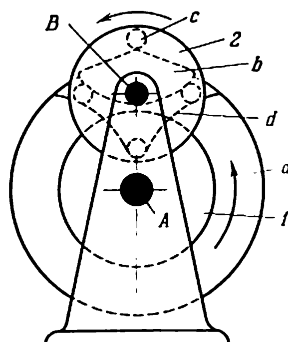
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, possède des dents *b* et *c*. Le disque à fuseaux *2*, qui tourne autour d'un axe fixe *B*, comporte les rouleaux *3* mobiles autour des axes *C* du disque *2*. Lorsque l'élément *1* est en mouvement, les dents *b* entrent en prise avec le rouleau *3* et font tourner le disque *2*. Les dents *c* s'engagent ensuite entre les rouleaux et effectuent le blocage du disque *2* au moment de ses arrêts.

332	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À FUSEAUX ET CAME AVEC ARRÊTS DE LA ROUE À FUSEAUX	FE Ar



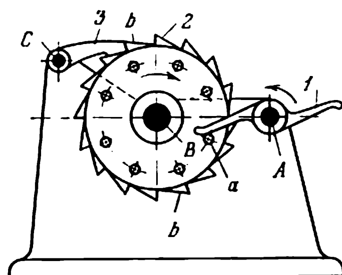
La came cylindrique *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, possède la rainure hélicoïdale *a* qui entre périodiquement en prise avec la roue à fuseau *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la came *1* est en mouvement continu, la roue *2* tourne avec des arrêts.

333	MÉCANISME À FUSEAUX ET COULISSE AVEC ARRÊTS DE LA ROUE À FUSEAUX	FE Ar



L'élément *1* comportant la saillie annulaire *a* tourne autour d'un axe fixe *A*. Lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement, la came *b* (représentée sur la figure en trait discontinu) fixée sur ce disque entre en prise avec le fuseau *c* de la roue menée *2* et la fait tourner autour d'un axe fixe *B*. Les deux autres fuseaux glissent sur les biseaux *d* de la saillie annulaire *a*. Dès que les deux fuseaux de la roue *2* se trouvent à l'intérieur de la saillie annulaire *a*, et les deux autres, à l'extérieur, la saillie annulaire *a* passe librement entre ces fuseaux. La roue *2* reste alors immobile jusqu'au moment où la came *b*, après avoir fait un tour, entre en prise avec le fuseau suivant de la roue *2*. De cette façon, la roue menée tourne d'un angle de 90° après chaque tour complet de l'élément moteur *1*.

334	MÉCANISME À FUSEAUX ET LEVIERS AVEC ARRÊTS DE LA ROUE À FUSEAUX	FE Ar



Le levier *1* comportant deux bras et mobile autour d'un axe fixe *A* entre périodiquement en prise avec les fuseaux *a* de la roue *2* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue à fuseaux *2* possède les dents *b* qui butent contre le cliquet *3* tournant autour d'un axe fixe *C* et ayant pour but d'empêcher la rotation de la roue à fuseaux *2* dans le sens contraire à celui indiqué sur la figure par la flèche. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=4,$$

où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires du levier *1* et de la roue *2*. Le levier *1* et la roue *2* tournent dans les sens opposés.

335	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE À DENTURE EXTÉRIEURE ET AVEC QUATRE RAINURES	FE CM

L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *2*, mobiles autour d'un axe fixe *B*. Les rainures *d* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 90°. L'élément *1* comporte l'arc de blocage *b* qui glisse au moment du repos de la croix *2* sur ses arcs de blocage *e*. Lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement uniforme, la croix *2* tourne d'une façon non uniforme avec quatre périodes de mouvement t_m et quatre périodes de repos t_r. Les arcs de blocage *b* et *e* servent à empêcher la rotation spontanée de la croix *2* au moment de repos t_r. La durée de la rotation complète *T* de l'élément *1* est égale à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix *2*, est égal à $\varphi_r = 270°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 90°$. Pour un tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation φ_c de la

croix *2* est égal à $\varphi_c = 90°$. La valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}25$. La valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}75$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 0{,}33$. Le rapport de transmission i_{21} est égal à

$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\lambda(\cos\varphi_1 - \lambda)}{1 - 2\lambda\cos\varphi_1 + \lambda^2},$$

où $\lambda = R/L$; R est le rayon AD; L, la longueur AB; φ_1, l'angle courant de rotation de l'élément *1* évalué à partir de la direction AB; ω_1 et ω_2, les vitesses angulaires de l'élément *1* et de la croix *2*. La valeur maximale du rapport de transmission i_{21} est égale à

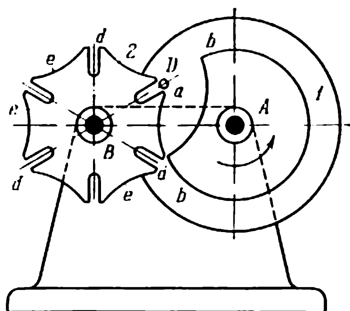
$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = 2{,}41.$$

Le coefficient χ, qui définit la valeur de l'accélération angulaire ε_2 de la croix *2* au moment où le fuseau *a* engrène et désengrène, est égal à

$$\chi = \frac{\varepsilon_2}{\omega_1^2} = 1.$$

L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

336	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE À DENTURE EXTÉRIEURE ET AVEC SIX RAINURES	FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *2* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. Les rainures *d* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 60°. L'élément *1* comporte l'arc de blocage *b* qui glisse au moment de repos de la croix *2* sur ses arcs de blocage *e*. Lorsque l'élément *1* est en mouvement uniforme, la croix *2* tourne d'une façon non uniforme avec six périodes de mouvement t_m et six périodes de repos t_r. Les arcs de blocage *b* et *e* empêchent la rotation spontanée de la croix *2* dans la période de repos t_r. La durée T de la rotation complète de l'élément *1* est égale à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix, est égal à $\varphi_r = 240°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 120°$. Pour un

tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation φ_c de la croix *2* est égal à $\varphi_c = 60°$. La valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}3333$. La valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}6667$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 0{,}5$. Le rapport de transmission i_{21} est égal à

$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\lambda(\cos\varphi_1 - \lambda)}{1 - 2\lambda\cos\varphi_1 + \lambda^2},$$

où $\lambda = R/L$; R est le rayon AD; L, la longueur AB; φ_1, l'angle courant de rotation de l'élément *1*; ω_1 et ω_2, les vitesses angulaires de l'élément *1* et de la croix *2*. La valeur maximale du rapport de transmission i_{21} est égale à

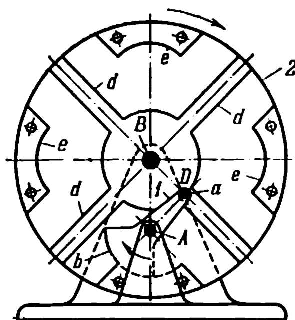
$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = 1.$$

Le coefficient χ, qui définit la valeur de l'accélération angulaire ε_2 de la croix *2* au moment où le fuseau *a* engrène et désengrène, est égal à

$$\chi = \frac{\varepsilon_2}{\omega_1^2} = 0{,}577.$$

L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

337	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE À DENTURE INTÉRIEURE ET AVEC QUATRE RAINURES	FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *2* mobile autour d'un axe fixe *B*. Les rainures sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 90°. L'élément *1* comporte l'arc de blocage *b* qui glisse au moment de repos de la croix *2* sur les arcs de blocage *e* de la croix *2*. Lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement uniforme, la croix *2* tourne d'une façon non uniforme avec quatre périodes de mouvement t_m et quatre périodes de repos t_r. Les arcs de blocage *b* et *e* servent à empêcher la rotation spontanée de la croix *2* dans la période de repos t_r. La durée *T* de la rotation complète de l'élément *1* est égale à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix *2*, est égal à $\varphi_r = 90°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 270°$. Pour un tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation de la croix est égal à $\varphi_o = 90°$. La valeur du coefficient =

$= t_m/T = 0{,}75$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 3$. Le rapport de transmission i_{21} est égal à

$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\lambda(\cos\varphi_1 - \lambda)}{1 - 2\lambda\cos\varphi_1 + \lambda^2},$$

où $\lambda = R/L$; R est le rayon AD ; L, la longueur AB ; φ_1, l'angle courant de rotation de l'élément *1* évalué à partir de la direction AB ; ω_1 et ω_2, les vitesses angulaires de l'élément *1* et de la croix *2*. La valeur maximale du rapport de transmission i_{21} est égale à

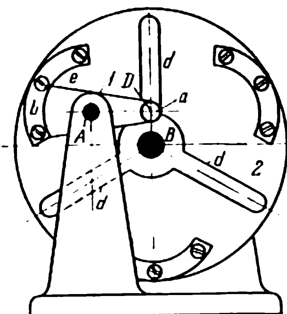
$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = 0{,}414.$$

Le coefficient χ, qui définit la valeur de l'accélération angulaire ε_2 de la croix au moment où le fuseau *a* engrène et désengrène, est égal à

$$\chi = \frac{\varepsilon_2}{\omega_1^2} = 1.$$

L'élément *1* et la croix *2* tournent dans le même sens.

338	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC TROIS RAINURES ET DENTURE INTÉRIEURE	FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les rainures *d* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 120°. L'élément *1* est muni de l'arc de blocage *b* qui glisse pendant la période de repos de la croix *2* sur les arcs de blocage *e* de la croix *2*. Lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement uniforme, la croix reçoit un mouvement non uniforme avec trois périodes de mouvement t_m et trois périodes de repos t_r. La durée de la rotation complète de l'élément *1* est égale à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix *2*, est égal à $\varphi_r = 60°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 300°$. Pour un tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation φ_c de

la croix *2* est égal à $\varphi_c = 120°$. La valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}8333$. La valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}1667$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 5$. Le rapport de transmission i_{21} est égal à

$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\lambda(\cos\varphi_1 - \lambda)}{1 - 2\lambda\cos\varphi_1 + \lambda^2},$$

où $\lambda = R/L$; R est le rayon AD; L, la longueur AB; φ_1, l'angle courant de rotation de l'élément *1*; ω_1 et ω_2, les vitesses angulaires de l'élément *1* et de la croix *2*. La valeur maximale du rapport de transmission i_{21} est égale à

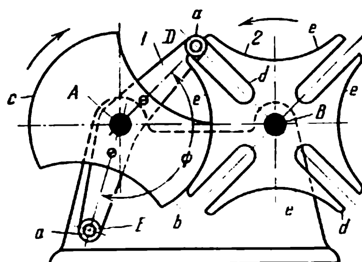
$$i_{21} = 0{,}464.$$

Le coefficient χ, qui définit la valeur de l'accélération angulaire ε_2 de la croix *2* au moment où le fuseau *a* engrène et désengrène, est égal à

$$\chi = \frac{\varepsilon_2}{\omega_1^2} = 1{,}729.$$

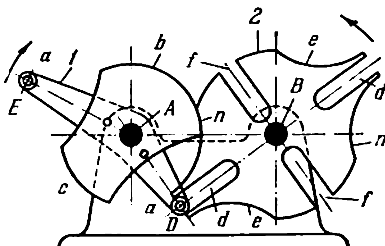
L'élément *1* et la croix *2* tournent dans le même sens.

339	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC PÉRIODES DE REPOS INÉGALES	FE CM



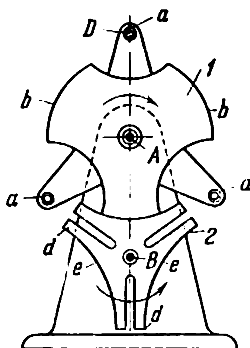
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, porte deux fuseaux *a* qui entrent successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *2* mobile autour d'un axe fixe *B*. Les rainures *d* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 90°. L'élément *1* comporte les arcs de blocage *b* et *c* qui glissent à la période de repos de la croix *2* sur ses arcs de blocage *e*. Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont à la condition $AD = AE$. Lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme avec quatre périodes de mouvement et quatre périodes de repos. La croix *2* a deux périodes différentes de repos. L'une d'elles correspond à la rotation de l'élément *1* d'un angle φ_1' égal à $\varphi_1' = \psi - 90°$, et l'autre, d'un angle φ_1'' égal à $\varphi_1'' = 270° - \psi$, où ψ est l'angle formé par les directions *AD* et *AE*. Les rotations de l'élément *1* et de la croix *2* sont de sens opposé.

340	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC PÉRIODES INÉGALES DE MOUVEMENT ET DE REPOS	FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, porte deux fuseaux *a* qui entrent successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d* et *f* de la croix *2* mobile autour d'un axe fixe *B*. Les rainures *d* et *f* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 90°. L'élément *1* comporte les arcs de blocage *b* et *c* qui glissent sur les arcs de blocage *e* et *n* de la croix *2* lorsque celle-ci est au repos. Les distances *AD* et *AE* entre l'axe *A* et les centres des fuseaux *a* ne sont pas égales entre elles. Lorsque l'élément menant *1* est en mouvement uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme avec quatre périodes de mouvement et quatre périodes de repos. Les périodes de mouvement et de repos de la croix *2* alternent après chaque demi-tour de l'élément *1*. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

341	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE À DENTURE EXTÉRIEURE AVEC TROIS FUSEAUX ET RAINURES	FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte trois fuseaux *a* qui entrent successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *2* mobile autour d'un axe fixe *B*. Les fuseaux *a* sont également distants de l'axe *A*. Les droites qui relient les centres des fuseaux *a* au point *A* forment des angles de 120°. Les rainures *d* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 120°. L'élément *1* possède trois arcs de blocage *b* qui glissent sur les arcs de blocage *e* de la croix *2* quand celle-ci est au repos. Lorsque l'élément *1* est en rotation uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme avec trois périodes de mouvement t_m et trois périodes de repos t_r. La durée T du tour complet de l'élément *1* est égale à

$$T = 3t_m + 3t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix *2*, est égal à $\varphi_r = 60°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 60°$. L'angle

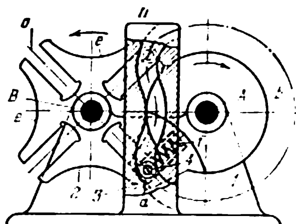
341	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE À DENTURE EXTÉRIEURE AVEC TROIS FUSEAUX ET RAINURES	FE CM

de rotation φ_0 de la croix *2* pour un tiers de tour de l'élément *1* est égal à $\varphi_0 = 120°$. La valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}1677$. La valeur du coefficient $q = 0{,}1677$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 1$. Le rapport de transmission i_{21} est égal à

$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\lambda(\cos\varphi_1 - \lambda)}{1 - 2\lambda\cos\varphi_1 + \lambda^2},$$

où $\lambda = R/L$; R est le rayon AD; L, la longueur AB; φ_1, l'angle courant de rotation de l'élément *1*; ω_1 et ω_2, les vitesses angulaires de l'élément *1* et de la croix *2*. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

342	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC FUSEAU COULISSANT	FE CM

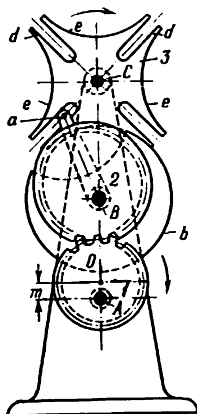


L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* relié au coulisseau *4* qui peut glisser dans la rainure de l'élément *1*. Le coulisseau *4* est relié à l'élément *1* par le ressort *f*. Le fuseau *a* engrène avec les rainures radiales rectilignes *d* de la croix *2* mobile autour d'un axe fixe *B*, en coulissant en même temps dans la rainure curviligne *n* du support *3*. Les rainures *d* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 90°. L'élément *1* possède l'arc de blocage *b* qui glisse sur les arcs de blocage *e* de la croix *2* lorsque celle-ci est au repos. Le profil de la rainure *n* est conçu de manière que lors de la rotation uniforme de l'élément menant *1* la croix *2* tourne à une vitesse angulaire constante dans les périodes de mouvement t_m. La croix *2* a quatre périodes de mouvement t_m et quatre périodes de repos t_r. La durée *T* d'un tour complet de l'élément *1* est égale à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix *2*, est égal à $\varphi_r = 270°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 90°$. Pour un tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation φ_0 de la croix *2* est égal à $\varphi_0 = 90°$. La valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}75$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 0{,}33$. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

343	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC ROUES NON RONDES	FE CM

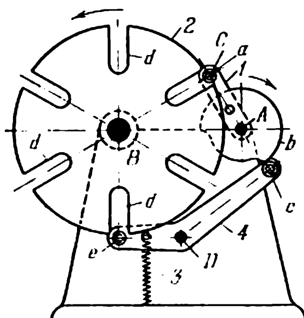


La roue ronde *1*, mobile autour d'un axe fixe *A* disposé de façon excentrique, engrène avec une roue ovale *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue *2* comporte le fuseau *a* qui entre successivement dans les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *3* tournant autour d'un axe fixe *C*. Les rainures *d* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 90°. La roue *2* possède un arc de blocage *b* qui glisse sur les arcs de blocage *e* de la croix *3* quand celle-ci est au repos. La croix *3* a quatre périodes de mouvement t_m et quatre périodes de repos t_r. Le temps *T* de la rotation complète de l'élément *2* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

L angle φ_r de rotation de la roue *2*, qui correspond à la période de repos de la croix *3*, est égal à $\varphi_r = 270°$. L'angle de rotation φ_m de la roue *2*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *3*, est égal à $\varphi_m = 90°$. Pour un tour complet, l'angle de rotation φ_c de la croix *3* est égal à $\varphi_c = 90°$. La roue *1* et la croix *3* tournent dans le même sens. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement uniforme, la roue *2* reçoit un mouvement non uniforme et imprime à la croix *3* une rotation non uniforme avec la période de mouvement t_m réduite. En modifiant l'excentricité de la roue *1*, on peut obtenir différentes périodes de mouvement de la croix *3*.

344	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC VERROUILLAGE À LEVIER	FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre successivement dans les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les rainures *d* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 60°. L'élément *1* est rendu solidaire de la came profilée *b* qui agit sur le rouleau *C* et fait tourner périodiquement le levier *4* autour d'un axe fixe *D*. Le rouleau *e* pénètre alors dans la rainure *d* de la croix *2* et empêche ainsi la rotation spontanée de la croix *2*. L'effort de contact du levier *4* est assuré par le ressort *3*. Lorsque l'élément *1* est en mouvement uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme avec six périodes de mouvement t_m et six périodes de repos t_r. Le temps T de la rotation complète de l'élément *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

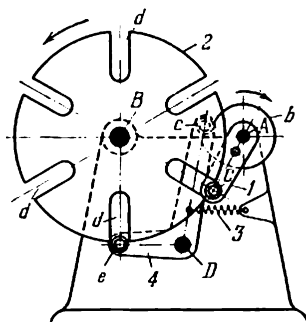
L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix *2*, est égal à $\varphi_r = 240°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 120°$. Pour un

tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation φ_c de la croix *2* est égal à $\varphi_c = 60°$. La valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}3333$. La valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}6667$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 0{,}5$. Le rapport de transmission i_{21} est égal à

$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\lambda(\cos\varphi_1 - \lambda)}{1 - 2\lambda\cos\varphi_1 + \lambda^2},$$

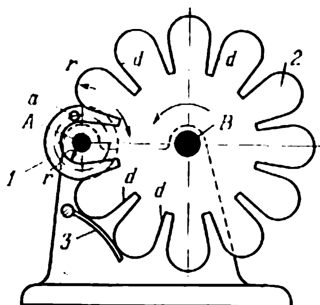
où $\lambda = R/L$; R est le rayon AC; L, la longueur AB; φ_1, l'angle courant de rotation de l'élément *1*; ω_1 et ω_2, les vitesses angulaires de l'élément *1* et de la croix *2*. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés. Le profil de la came *b* étant symétrique, la croix *2* peut tourner dans les deux sens.

345	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC VERROUILLAGE À LEVIER	FE CM



Le levier *1*, solidaire de la came *b*, tourne autour d'un axe fixe *A*. Le levier *1* porte à son extrémité un rouleau qui s'engage dans la rainure radiale rectiligne *d* de la roue *2* mobile autour d'un axe fixe *B*. Lorsque le levier *1* se met à tourner à partir de la position montrée sur la figure, la came *b*, agissant sur le levier *c*, fait tourner le levier à deux bras *4* autour d'un axe fixe *D* et fait sortir le rouleau *e* de la rainure *d* de la roue *2*. Actionnée par le levier *1*, la roue *2* tourne sur son axe et continue son mouvement jusqu'à ce que le rouleau *e* entre dans la rainure voisine et que le rouleau du levier *1* désengrène de la roue *2*. La pause qui survient ensuite dure jusqu'à ce que le levier *1* retourne à sa position initiale montrée sur la figure.

346	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE À DENTURE EXTÉRIEURE AVEC DOUZE RAINURES	FE CM

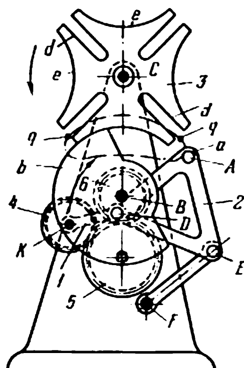


L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre périodiquement en prise avec les rainures radiales *d* disposées de façon symétrique de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les profils des rainures *d* sont exécutés suivant les lignes droites. Les parties supérieures de la croix ont une forme arrondie de rayon *r*. Le fuseau *a* n'est en prise qu'avec un seul côté de la rainure *d*, suivant le sens de rotation de l'élément *1*. L'effort de contact entre l'élément *1* et la croix *2* est assuré par le ressort *3* qui, de plus, a pour but d'empêcher la rotation spontanée de la croix *2*. Les axes des rainures *d* forment un angle de 30° entre eux. La croix *2* possède douze périodes de mouvement t_m et douze périodes de repos t_r. Le temps *T* de la rotation complète de l'élément *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix *2*, est égal à $\varphi_r = 210°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 150°$. Pour un tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation φ_c de la croix *2* est égal à $\varphi_c = 30°$. La valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}4167$. La valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}5833$. Le coefficient du temps de travail $k = t_m/t_r = 0{,}71$. Lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

347	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC COMMANDE À LEVIER	FE CM

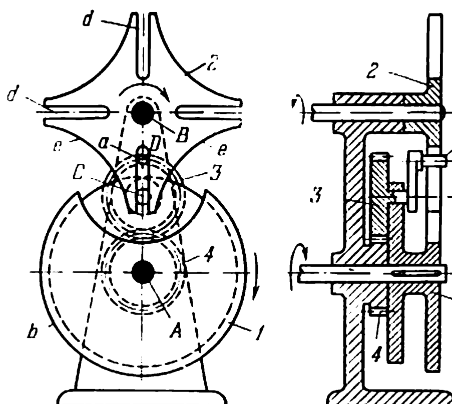


La manivelle *1* du mécanisme *KDEF* à quatre éléments articulés est mobile autour d'un axe fixe *K*. Le point *A* du rouleau *a* de la bielle *2* décrit une courbe de bielle dont la partie *q* — *q* est utilisée pour assurer l'entrée du fuseau *a* dans la rainure *d* et pour faire tourner la croix de Malte *3* autour d'un axe fixe *C*. Les rainures radiales rectilignes *d* sont disposées de façon symétrique et forment entre elles un angle droit. La roue dentée *4*, solidaire de la manivelle *1*, imprime le mouvement à la roue dentée *6* à l'aide de la roue dentée intermédiaire *5*. L'arc de blocage *b*, solidaire de la roue *6*, glisse à la période de repos de la croix *3* sur les arcs de blocage respectifs *e* de la croix *3*. La croix *3* possède quatre périodes de mouvement t_m et quatre périodes de repos t_r. Le temps *T* de la rotation complète de la manivelle *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

Lorsque la manivelle motrice *1* est en mouvement uniforme, la croix *3* reçoit un mouvement non uniforme effectuant pour un tour complet de la manivelle *1* une rotation d'un angle de 90°. Par le choix approprié des dimensions des éléments du mécanisme *KDEF* à quatre éléments articulés, on peut obtenir une courbe de bielle telle qui assurera le mouvement assez uniforme de la croix *3* dans ses périodes t_m.

348	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC COMMANDE PLANÉTAIRE	FE CM

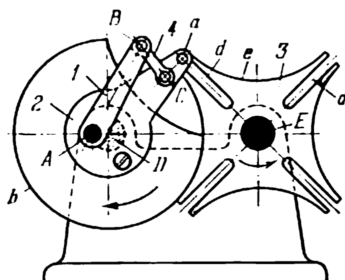


L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, sert de porte-satellites au satellite *3* qui entre en prise avec l'engrenage fixe *4*. Le satellite *3* comporte le fuseau *a* qui entre successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *2* mobile autour d'un axe fixe *B*. Les rainures *d* sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 90°. Le porte-satellites *1* comporte un arc de blocage *b* qui glisse sur les arcs de blocage *e* de la croix *2* durant les périodes de repos de cette dernière. La croix *2* possède quatre périodes de mouvement t_m et quatre périodes de repos t_r. Le temps *T* d'une rotation complète du satellite *3* autour de l'axe *A* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

Les rayons des cercles primitifs des roues *3* et *4* étant égaux, le centre *D* du fuseau *a* décrit une cardioïde. Comme il ressort de la figure, le point *D* du fuseau *a* se trouve à la distance maximale de l'axe *A*. Lorsque l'élément menant *1* est en rotation uniforme, le satellite *3* roule sur la roue fixe *4* et le fuseau *a* provoque la rotation de la croix *2* d'un angle de 90°. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

349	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC COMMANDE À LEVIER	FE CM

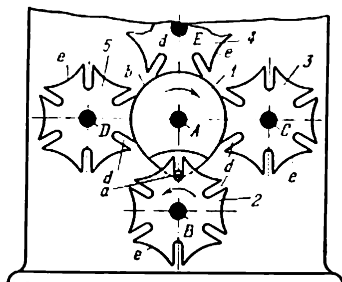


La manivelle *1* du mécanisme *ABCD* à deux manivelles et quatre éléments articulés tourne autour d'un axe fixe *A*, imprimant un mouvement de rotation autour d'un axe fixe *D* à la manivelle *2*. La bielle *4* constitue des couples de rotation *B* et *C* avec les manivelles *1* et *2*. La manivelle *2* comporte le fuseau *a* qui entre successivement dans les rainures radiales rectilignes *d* de la croix de Malte *3* tournant autour d'un axe fixe *E*. Les rainures sont disposées de façon symétrique et leurs axes forment entre eux un angle de 90°. L'arc de blocage *b*, solidaire de la manivelle *2*, glisse sur les arcs de blocage *e* de la croix *3* durant les périodes de repos de cette dernière. La croix *3* possède quatre périodes de mouvement t_m et quatre périodes de repos t_r. Le temps *T* de la rotation complète de la manivelle *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

Lorsque la manivelle motrice *1* est en mouvement uniforme, la manivelle *2* tourne de façon non uniforme et, pour un tour complet, fait tourner la croix *3* d'un angle de 90°. Par le choix adéquat des dimensions des éléments du mécanisme *ABCD* à deux manivelles et quatre éléments articulés, on peut assurer à la croix *3* une rotation suffisamment uniforme dans ses périodes t_m.

350	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE QUATRE CROIX DE MALTE	FE CM

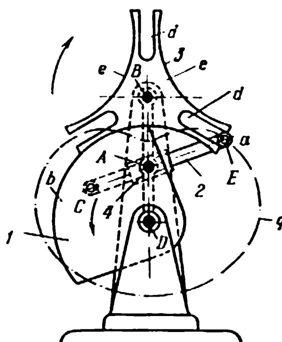


L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre successivement dans les rainures *d* des quatre croix de Malte *2*, *3*, *4* et *5*, égales et disposées de façon symétrique, tournant autour des axes fixes *B*, *C*, *E* et *D*. Les rainures *d* de chacune des croix de Malte sont rectilignes et radiales et leurs axes forment entre eux un angle de 60°. L'élément *1* comporte l'arc de blocage *b* qui glisse sur les arcs de blocage *e* respectifs des croix durant leurs périodes de repos. Chaque croix possède six périodes de mouvement t_m et six périodes de repos t_r. Pour chaque croix, le temps T de la rotation complète de l'élément *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de chaque croix, est égal à $\varphi_r = 240°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de chaque croix, est égal à $\varphi_m = 120°$. Pour un tour complet, l'angle de rotation φ_c de chaque croix est égal à $\varphi_c = 60°$. Pour chaque croix, la valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}3333$. Pour chaque croix, la valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}6667$. Le coefficient du temps de travail de chaque croix est égal à $k = p/q = 0{,}5$. L'élément moteur *1* et les croix *2*, *3*, *4* et *5* tournent dans les sens opposés. Lorsqu'une croix tourne, les trois autres restent en repos.

351	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC UNE COMMANDE PAR COULISSE	FE CM

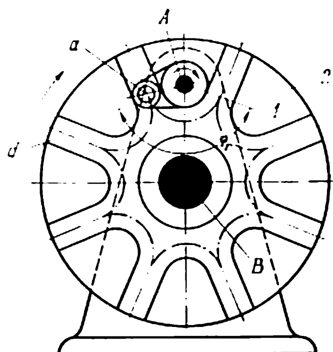


L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *D*, constitue un couple de rotation *C* avec l'élément *2* qui glisse dans la coulisse *4*. La coulisse *4* tourne autour d'un axe fixe *A* situé entre les axes *D* et *B*. L'élément *2* porte un rouleau *a* qui entre périodiquement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d*, disposées de façon symétrique, de la croix de Malte *3* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les axes des rainures *d* forment entre eux un angle de 120°. L'élément *1* comporte l'arc de blocage *b* qui glisse sur les arcs de blocage *e* de la croix *3* durant les périodes de repos de cette dernière. Les longueurs des éléments du mécanisme satisfont à la condition $AD = AC$. La croix *3* possède trois périodes de mouvement t_m et trois périodes de repos t_r. Le temps T de la rotation complète de l'élément *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix *3*, est égal à $\varphi_r = 300°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément, qui correspond à la période de mouvement de la croix *3*, est égal à $\varphi_m = 60°$. Pour un tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation φ_c de la croix *3* est égal à $\varphi_c = 120°$. Etant donné que le point *E* de l'élément *2* décrit le limaçon de Pascal *q*, la croix tourne à une vitesse angulaire variable lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement uniforme. La croix *3* se déplace à une vitesse angulaire minimale quand l'axe de la rainure *d* coïncide avec la direction *BD*. En modifiant la dimension *CE*, on peut obtenir différentes lois du mouvement de la croix *3*. L élément *1* et la croix *3* tournent dans les sens opposés.

352	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE À DENTURE INTÉRIEURE AVEC HUIT RAINURES	FE CM

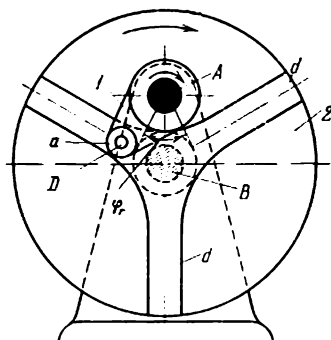


L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre périodiquement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d*, disposées de façon symétrique, de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les axes des rainures *d* forment entre eux un angle de 45°. La croix *2* possède huit périodes de mouvement t_m et huit périodes de repos t_r. Le temps T de la rotation complète de l'élément *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond à la période de repos de la croix *3*, est égal à $\varphi_r = 135°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond à la période de mouvement de la croix *3*, est égal à $\varphi_m = 225°$. Pour un tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation φ_c de la croix *3* est égal à $\varphi_c = 45°$. La valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}625$. La valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}375$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 1{,}67$. Lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement uniforme, la croix *3* reçoit un mouvement non uniforme. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans le même sens.

353	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE À DENTURE INTÉRIEURE AVEC TROIS RAINURES	FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre périodiquement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d*, disposées de façon symétrique, de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les axes des rainures forment entre eux un angle de 120°. La croix *2* possède trois périodes de mouvement t_m et trois périodes de repos t_r. Le temps *T* de la rotation complète de l'élément *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond au repos de la croix *2*, est égal à $\varphi_r = 60°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond au mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 300°$. Pour un tour complet de l'élément *1*, l'angle de rotation de la croix *2* est égal à $\varphi_c = 120°$. La valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}8333$. La valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}1667$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 5$. Lorsque l'élément moteur *1*

est en mouvement uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme. Le rapport de transmission i_{21} est égal à

$$i_{21}=\frac{\omega_2}{\omega_1}=\frac{\lambda(\cos\varphi_1-\lambda)}{1-2\lambda\cos\varphi_1+\lambda^2},$$

où $\lambda = R/L$; R est le rayon AD; L. la longueur AB; φ_1, l'angle courant de la rotation de l'élément *1*; ω_1 et ω_2, les vitesses angulaires de l'élément *1* et de la croix *2*. La valeur maximale du rapport de transmission i_{21} est égale à

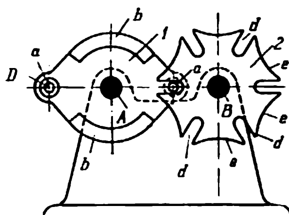
$$i_{21} = 0{,}464.$$

Le coefficient χ, qui définit la grandeur de l'accélération angulaire ε_2 de la croix au moment où le fuseau *a* engrène et désengrène, est égal à

$$\chi=\frac{\varepsilon_2}{\omega_1^2}=1{,}729.$$

L'élément *1* et la croix *2* tournent dans le même sens.

354	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE À DENTURE EXTÉRIEURE AVEC DEUX FUSEAUX	FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte deux fuseaux *a* qui entrent successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d*, disposées de façon symétrique, de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les fuseaux *a* sont disposés l'un en face de l'autre à égale distance de l'axe *A*. Les axes des rainures *d* forment entre eux un angle de 60°. L'élément *1* comporte deux arcs de blocage *b* qui glissent sur les arcs de blocage respectifs *e* de la croix *2* durant les périodes de repos de cette dernière. Lorsque l'élément moteur *1* est en rotation uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme avec six périodes de mouvement t_m et six périodes de repos t_r. Le temps de la rotation complète de l'élément *1* est égal à

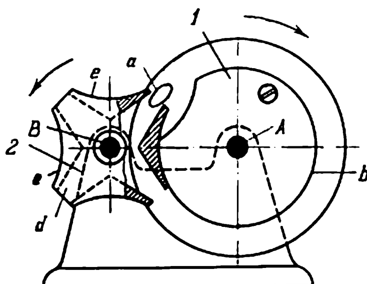
$$T = 2t_m + 2t_r.$$

L'angle de rotation φ_r de l'élément *1*, qui correspond au repos de la croix *2*, est égal à $\varphi_r = 60°$. L'angle de rotation φ_m de l'élément *1*, qui correspond au mouvement de la croix *2*, est égal à $\varphi_m = 120°$. Pour un demi-tour de l'élément *1*, l'angle de rotation de la croix *2* est égal à 60°. La valeur du coefficient $p = t_m/T = 0{,}3333$. La valeur du coefficient $q = t_r/T = 0{,}1667$. Le coefficient du temps de travail $k = p/q = 2$. Le rapport de transmission i_{21} est égal à

$$i_{21} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\lambda(\cos\varphi_1 - \lambda)}{1 - 2\lambda\cos\varphi_1 + \lambda^2},$$

où $\lambda = R/L$; R est le rayon AD; L, la longueur AB; φ_1, l'angle courant de la rotation de l'élément *1*; ω_1 et ω_2, les vitesses angulaires de l'élément *1* et de la croix *2*. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

355	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC FUSEAU OVALE	FE CM

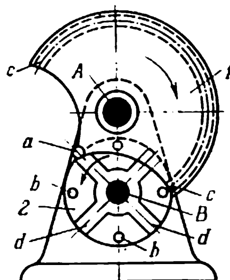


L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, possède le fuseau *a* de section ovale qui entre successivement en prise avec les rainures *d* de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. La croix *2* comporte quatre rainures *d* disposées de façon symétrique et dont les parois ne sont pas parallèles. L'élément *1* possède l'arc de blocage *b* qui glisse sur les arcs de blocage respectifs *e* de la croix *2* durant les périodes de repos de cette dernière. Lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme avec quatre périodes de repos t_r et quatre périodes de mouvement t_m. Le temps T d'une rotation complète de l'élément *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

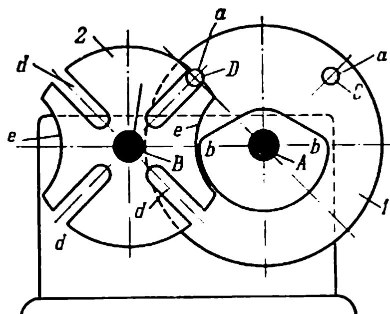
Le fuseau *a*, qui agit sur l'un des côtés de la rainure *d*, fait tourner la croix *2* d'un angle de 90°. L'élément *1* tourne alors d'un angle de 60°. Le mécanisme fonctionne sans à-coups comme si les rainures *d* n étaient pas radiales. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

356	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC RAINURE DE BLOCAGE	FE CM



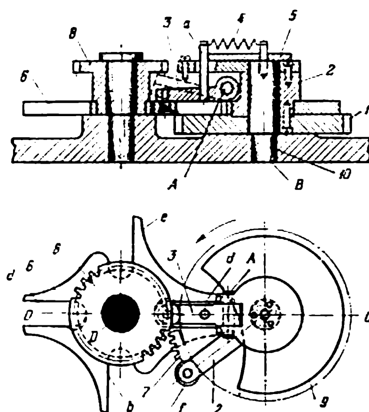
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui entre successivement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d*, disposées de façon symétrique, de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. L'élément *1* comporte la rainure de blocage *c* qui glisse sur les deux fuseaux *b* diamétralement opposés de la croix *2* durant la période de repos de cette dernière. Les fuseaux *b* sont disposés à égale distance de l'axe *B* et de façon symétrique par rapport aux rainures *d*. Lorsque l'élément *1* est en rotation uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme avec quatre périodes de mouvement et quatre périodes de repos. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés. Pour un tour de l'élément *1*, la croix *2* tourne d'un angle φ_c tel que $\varphi_c = 90°$.

357	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC DEUX FUSEAUX	FE CM



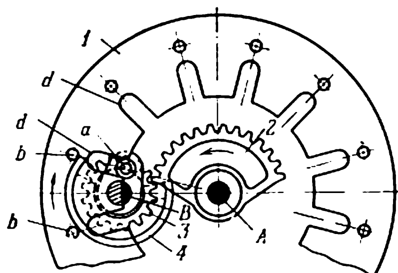
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, possède deux fuseaux *a* qui entrent périodiquement en prise avec les rainures radiales rectilignes *d*, disposées de façon symétrique, de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les fuseaux *a* sont disposés à égale distance de l'axe *A*, et les droites *AC* et *AD* forment un angle de 90°. L'élément *1* comporte l'arc de blocage *b* qui glisse sur l'un des deux arcs de blocage *e* de la croix *2* durant les périodes de repos de cette dernière. Lorsque l'élément moteur *1* est en rotation uniforme, la croix reçoit un mouvement non uniforme. Pour deux tours de l'élément *1*, la croix *2* effectue un seul tour avec deux périodes de mouvement et deux périodes de repos.

MÉCANISME À LEVIERS ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC PÉRIODE DE MOUVEMENT UNIFORME



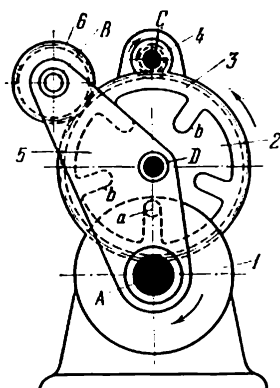
La roue dentée *1*, montée folle sur l'arbre *10*, est entraînée dans un mouvement de rotation uniforme autour de l'axe fixe *B* de l'arbre *10*. Le levier *3*, dont la goupille *a* sollicitée par le ressort *4* roule sur la came fixe *5* (non figurée), s'articule sur la roue *1* rigidement reliée au levier *2*. En pénétrant dans la rainure *b* de la croix de Malte *6*, mobile autour d'un axe fixe *D*, le rouleau *f* du levier *2* imprime à cette croix un mouvement accéléré jusqu'au moment où le secteur denté *7* entre en prise avec le secteur *8* relié à la croix de Malte *6*. Cette dernière est animée d'un mouvement de rotation uniforme. Dès que les secteurs dentés *7* et *8* désengrènent, le levier *3* tourne par rapport à un axe fixe *A* et s'engage dans la rainure *d*, provoquant ainsi un mouvement ralenti de la croix de Malte. Cette position est représentée sur la figure. La position de repos du levier *3* est montrée en trait discontinu. Lorsque le levier *3* sort de la rainure *d*, la croix de Malte est bloquée par l'élément *9* qui s'engage dans la rainure arquée *e*.

359	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE POUR FAIRE TOURNER UNE TABLE AVEC DES ARRÊTS	FE CM



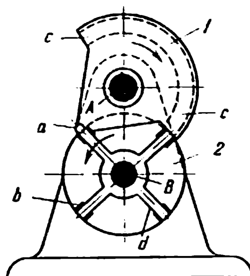
Le secteur denté *2*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec une roue dentée *3* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. Le fuseau *a* de la roue *3* engrène périodiquement avec les rainures radiales rectilignes *d*, disposées de façon symétrique, de la table *1*. Pour un tour de la roue *3*, la table *1* tourne d'un angle égal à celui formé par les axes des deux rainures voisines *d*. Durant les périodes de repos, l'arc *4* glisse sur les goupilles *b* de la table *1* et bloque cette dernière. La roue *3* et la table *1* tournent dans le même sens.

360	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC ROUE MENÉE À ROTATION DE DIRECTION VARIABLE	FE CM



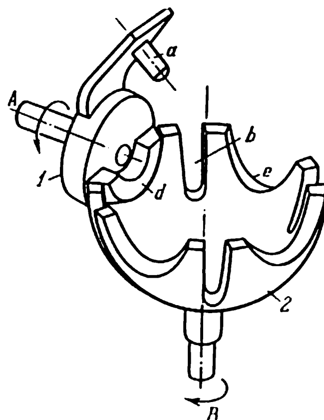
Le disque *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte un fuseau *a* qui entre en prise avec les rainures radiales rectilignes *b*, disposées de façon symétrique, de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *D*. Lorsque le disque *1* fait un tour, la croix *2* effectue 1/5 de ce tour. La croix *2* est solidaire de la roue dentée *3* qui imprime à la roue dentée *4* un mouvement intermittent autour d'un axe fixe *C*. On peut modifier le sens de rotation de la roue *4* en tournant le levier *5*, qui porte les axes *D* et *B* des engrenages *3* et *6*, autour de l'axe *A*. Les roues *3* et *4* se désengrènent, tandis que la roue *6* se met en prise avec les roues *4* et *3*.

361	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE AVEC RAINURE DE BLOCAGE	FE CM



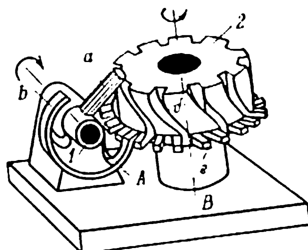
L'élément *1*, mobile autour d un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui engrène successivement avec les rainures radiales rectilignes *d*, disposées de façon symétrique, de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. L'élément *1* possède la rainure de blocage *c* qui glisse sur deux saillies voisines *b* durant la période de repos de la croix *2*. Lorsque l'élément menant *1* est en mouvement uniforme, la croix *2* reçoit un mouvement non uniforme avec quatre périodes de mouvement et quatre périodes de repos. Pour un tour de l'élément *1*, la croix *2* tourne d'un angle φ_c tel que $\varphi_c =$ $= 90°$. L'élément *1* et la croix *2* tournent dans les sens opposés.

362	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE SPHÉRIQUE	FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le doigt *a* qui s'engage périodiquement dans les fentes *b* exécutées sur la surface sphérique de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. L'arc de blocage *d* entre dans les encoches *e* de la croix *2* et glisse sur elles durant les périodes de repos de la croix.

363	**MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À FUSEAU ET ENGRENAGE DE LA CROIX DE MALTE**	**FE CM**



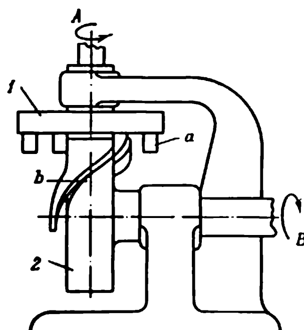
L'élément *1*, mobile autour d'un axe *A*, comporte le fuseau *a* qui engrène périodiquement avec les rainures *d* de la croix de Malte *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les rainures *d* sont exécutées suivant les profils hélicoïdaux. L'élément *1* possède l'arc de blocage *b* qui glisse entre les doigts *e* de la croix *2* durant ses périodes de repos, empêchant ainsi la rotation spontanée de la croix *2*. Les axes *A* et *B* ne se coupent pas et sont perpendiculaires entre eux. La croix *2* a dix périodes de mouvement t_m et dix périodes de repos t_r. Le temps *T* de la rotation complète de l'élément *1* est égal à

$$T = t_m + t_r.$$

Pour un tour de l'élément *1*, la croix *2* tourne d'un angle

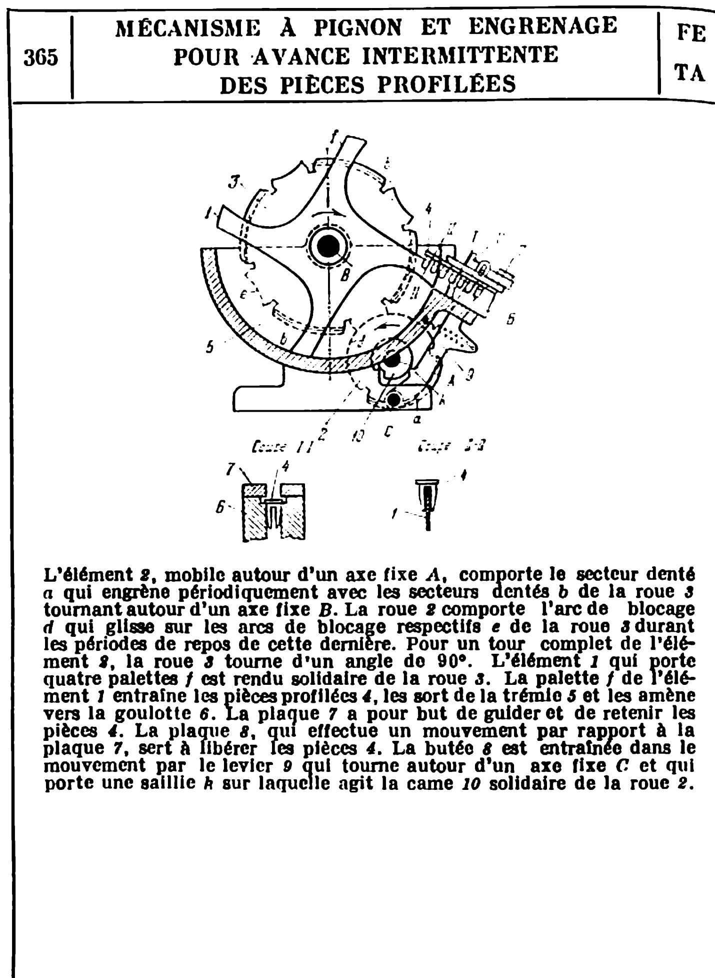
$$\varphi_c = 36°.$$

364 **MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À FUSEAUX ET ENGRENAGE, À MOUVEMENT INTERMITTENT** FE CM



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte les fuseaux *a* qui engrènent périodiquement avec la rainure hélicoïdale *b* de l'élément *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les axes *A* et *B* se coupent. Lorsque l'élément moteur *1* est en mouvement uniforme continu, l'élément *2* effectue un mouvement avec des arrêts. La loi de la variation de la vitesse angulaire de rotation de l'élément *2* dépend du profil de la rainure hélicoïdale *b*.

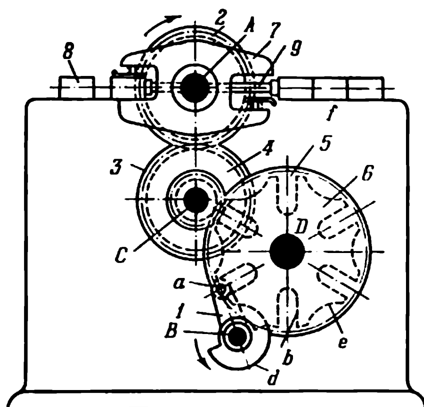
5. Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation (365-366)



365	MÉCANISME À PIGNON ET ENGRENAGE POUR AVANCE INTERMITTENTE DES PIÈCES PROFILÉES	FE TA

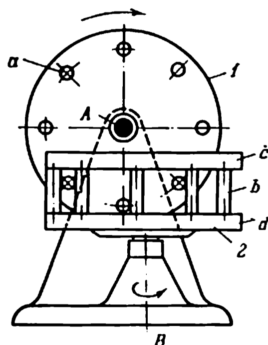
L'élément *2*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le secteur denté *a* qui engrène périodiquement avec les secteurs dentés *b* de la roue *3* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue *2* comporte l'arc de blocage *d* qui glisse sur les arcs de blocage respectifs *e* de la roue *3* durant les périodes de repos de cette dernière. Pour un tour complet de l'élément *2*, la roue *3* tourne d'un angle de 90°. L'élément *1* qui porte quatre palettes *f* est rendu solidaire de la roue *3*. La palette *f* de l'élément *1* entraîne les pièces profilées *4*, les sort de la trémie *5* et les amène vers la goulotte *6*. La plaque *7* a pour but de guider et de retenir les pièces *4*. La plaque *8*, qui effectue un mouvement par rapport à la plaque *7*, sert à libérer les pièces *4*. La butée *8* est entraînée dans le mouvement par le levier *9* qui tourne autour d'un axe fixe *C* et qui porte une saillie *h* sur laquelle agit la came *10* solidaire de la roue *2*.

MÉCANISME D'AVANCE À FUSEAU ET ENGRENAGE



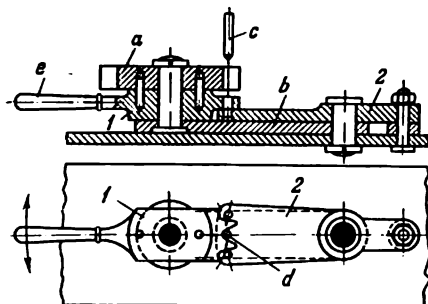
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *B*, comporte le fuseau *a* qui engrène périodiquement avec les rainures radiales rectilignes *b*, disposées de façon symétrique, de la croix de Malte *6* tournant autour d'un axe fixe *D*. L'élément *1* comporte l'arc de blocage *d* qui glisse sur les arcs de blocage respectifs *e* de la croix *6* durant les périodes de repos de cette dernière. La croix *6* a six périodes de mouvement et six périodes de repos. Pour un tour de l'élément *1*, la croix *6* tourne d'un angle de 60°. La roue dentée *5*, solidaire de la croix *6*, engrène avec la roue dentée *4* qui tourne autour d'un axe fixe *C*. La roue *3*, solidaire de la roue *4*, engrène avec la roue dentée *2* qui tourne autour d'un axe fixe *A*. Les rapports de transmission i_{23} et i_{45} sont égaux à $i_{23} = -1$ et $i_{45} = -3$. Pour un tour de l'élément *1*, la roue *2* tourne d'un angle de 180°. La serre *7*, solidaire de la roue *2*, saisit la pièce *8* et la transporte de gauche à droite; le plongeur *9* projette ensuite la pièce sur le convoyeur *f*.

367	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À FUSEAUX ET ENGRENAGE DU MOULIN À MEULE	FE DSp



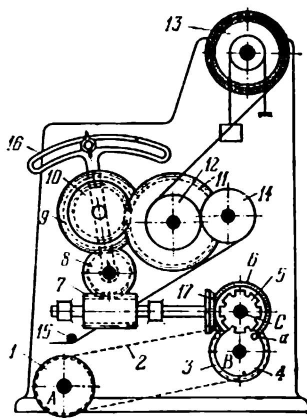
La roue *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte des fuseaux *a* qui engrènent avec les bras *b* de la roue *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue *2* se présente sous la forme de deux disques ronds *c* et *d* reliés entre eux au moyen de bras ronds *b*. Le mécanisme est destiné à transmettre le mouvement entre les axes qui ne se coupent pas et qui sont perpendiculaires entre eux.

368	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DU DISPOSITIF D'USINAGE DES PIGNONS	FE DSp



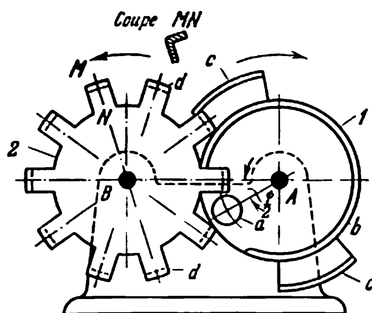
Le pignon à usiner *a* est fixé sur le même axe que l'élément *1* qui représente une partie du pignon identique à celui à usiner. On fixe l'élément *2* rigidement sur la table de la machine-outil. Les axes de rotation des éléments *1* et *2* sont reliés par une plaque *b*. L'axe de rotation de la fraise coïncide avec l'axe du fuseau *d*. Lorsqu'on tourne la poignée *e* dans les sens indiqués par la flèche, l'élément *1* roule sur l'élément *2* et la fraise *c* coupe le profil requis sur le pignon à usiner *a*.

369	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE POUR DÉROULER LE FIL DE CHAÎNE DE L'ENSOUPLE ET L'ENVOYER VERS LE HARNAIS	FE DSp



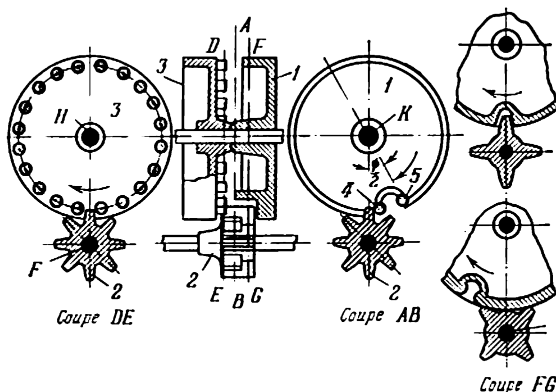
Le mouvement du pignon *1*, mobile autour d'un axe fixe et monté sur l'arbre de commande *A* de la machine-outil, est transmis au moyen de la chaîne *2* au pignon *3* monté sur l'arbre *B* qui porte également le disque *4* comportant le fuseau *a*. Lorsque le disque tourne, le fuseau *a* s'engage dans les rainures de la croix de Malte *5*, lui imprimant une rotation périodique, en même temps qu'à la roue dentée conique *6*, autour d'un axe fixe *C*. Le mouvement de la roue *6* est transmis au rouleau transporteur *12* par l'intermédiaire de la roue conique *17*, de la vis tangente *7*, de la roue tangente *8* et des engrenages *9*, *10* et *11*. Lorsque le rouleau *12* est en mouvement, le fil de chaîne se déroule de l'ensouple *13* avec une faible tension produite par un frein à corde. Le fil de chaîne passe autour du rouleau *12*, du rouleau auxiliaire *14* et de l'élément *15*, puis est dirigé vers les lices. On règle le déroulement de la chaîne à l'aide de la roue dentée interchangeable *10*. L'axe sur lequel sont montées les roues dentées *9* et *10* est rendu à cet effet solidaire de l'élément *16*.

370	MÉCANISME À FUSEAU ET ENGRENAGE DU COMPTEUR AVEC ROUE MOTRICE À DENT UNIQUE	FE DSp



L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte le fuseau *a* qui engrène périodiquement avec les dents *d* de la roue *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la roue motrice *1* tourne d'un angle ψ, la roue *2* effectue 1/10 du tour. On empêche la rotation spontanée de la roue *2* à l'état de repos en introduisant l'une des dents entre les circonférences concentriques *b* et *c* avant et après la mise en mouvement, et plus tard, en disposant deux dents sur la circonférence *b*.

371	MÉCANISME À FUSEAUX ET ENGRENAGE DU COMPTEUR COAXIAL	FE DSp



Lorsque la roue motrice *1* portant deux ergots *4* et *5* tourne d'un angle ψ autour d'un axe fixe *K*, la roue intermédiaire *2* et la roue menée *3*, qui est toujours en prise avec la première, tournent autour des axes fixes *F* et *II* d'un angle qui comprend deux dents, c.-à-d. que la roue *3* portant vingt dents effectue 1/10 du tour complet. Les dents de la roue intermédiaire *2* possèdent alternativement une largeur complète et une largeur réduite. Lorsque la roue *3* est au repos, les deux dents de largeur complète de la roue intermédiaire *2* se situent sur la circonférence de la roue motrice *1*, empêchant ainsi la rotation spontanée de la roue *3*.

IV

Mécanismes à rochet et engrenage

RE

---

1. Mécanismes à trois éléments d'usage général Tr (372-409). 2. Mécanismes à quatre éléments d'usage général Q (410-421). 3. Mécanismes à éléments multiples d'usage général M (422-452). 4. Mécanismes avec arrêts Ar (453-457). 5. Mécanismes des régulateurs Rg (458-464). 6. Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai ME (465). 7. Mécanismes d'arrêt, de blocage et de verrouillage AV (466-475). 8. Mécanismes des accouplements Ac (476-477). 9. Mécanismes des appareils de levage AL (478-487). 10. Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation TA (488-492). 11. Mécanismes de commutation, d'enclenchement et de déclenchement CE (493). 12. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux DSp (494-502).

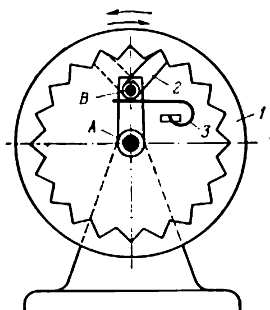


1. Mécanismes à trois éléments d'usage général (372-409)

372	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET À RESSORT	RE Tr

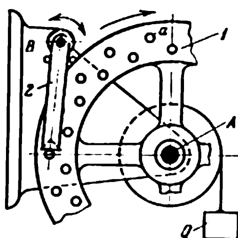
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe dans le sens indiqué par la flèche. La rotation de la roue à rochet *1* en sens inverse est rendue impossible par le cliquet à ressort *2*.

373	MÉCANISME À ROCHET, À DENTURE INTÉRIEURE AVEC CLIQUET RÉVERSIBLE	RE Tr



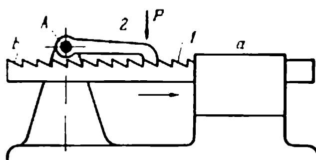
La roue à rochet *1*, qui comporte les dents disposées sur sa surface intérieure, tourne autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet réversible *2* peut tourner autour d'un axe *B* serré par un ressort plat *3*. Le sens éventuel du mouvement de la roue à rochet *1* dépend de la position du cliquet réversible *2*.

374	MÉCANISME AVEC UNE ROUE À ROCHET COMPORTANT DES FUSEAUX	RE Tr



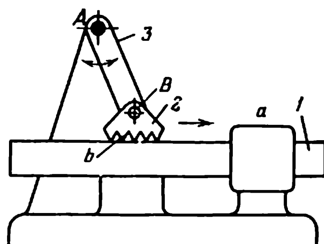
Sous l'action du poids Q, la roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe A dans le sens indiqué par la flèche. La roue *1* comporte des fuseaux a disposés suivant deux cercles concentriques. Le cliquet *2* est animé d'un mouvement d'oscillation autour d'un axe fixe B et entre périodiquement en prise avec les fuseaux a de la roue *1* imprimant à cette dernière un mouvement de rotation intermittent.

375	MÉCANISME À ROCHET AVEC UNE CRÉMAILLÈRE À DENTS OBLIQUES	RE Tr



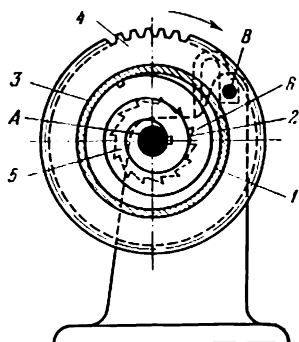
La crémaillère à rochet *1*, munie de dents obliques b, peut se déplacer d'un mouvement de translation dans un guidage fixe a dans le sens indiqué par la flèche. Le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe A, est serré constamment par la force P contre les dents de la crémaillère à rochet *1* et ne lui permet de se déplacer que dans le sens indiqué par la flèche.

376	MÉCANISME À ROCHET AVEC CRÉMAILLÈRE LISSE	RE Tr



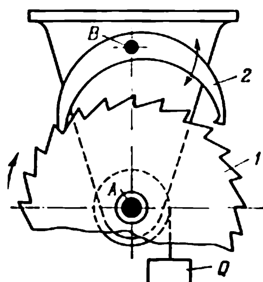
La crémaillère lisse *1* se déplace d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a* dans le sens indiqué par la flèche. L'élément *3*, mobile autour d'un axe fixe *A*, constitue un couple de rotation *B* avec le cliquet *2* muni de dents *b*. Lorsque le cliquet entre en prise avec la crémaillère *1*, cette dernière ne peut se déplacer que dans le sens indiqué par la flèche.

377	MÉCANISME À ROCHET ET ENGRENAGE DU REMONTOIR D'HORLOGERIE	RE Tr



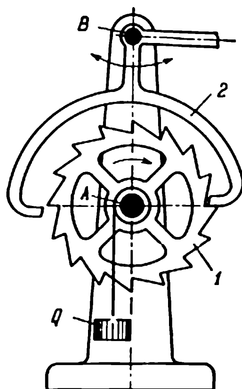
La roue dentée *4* et le tambour *3*, rendu solidaire de la première, sont montés fou sur l'arbre *1*. Le ressort plat *2* enroulé en spirale est fixé à la surface intérieure du tambour *3*. L'autre extrémité du ressort *2* est fixée à l'arbre *1* qu'on remonte en le faisant tourner dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un axe fixe *A* et qui est ensuite maintenu en position fixe au moyen de la roue à rochet *5* et du cliquet *6* tournant autour d'un axe fixe *B*. En se détendant, le ressort fait tourner le tambour *3* et la roue *4*.

378	MÉCANISME DE L'ÉCHAPPEMENT À ANCRE	RE Tr



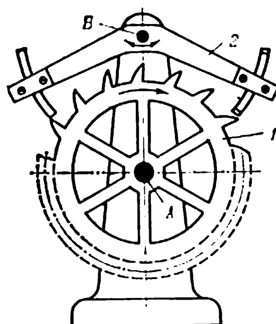
Lorsque la fourche d'ancrage *2* oscille autour d'un axe fixe *B*, la roue à rochet *1*, soumise à l'action du poids de la charge *Q*, tourne avec des arrêts autour d'un axe fixe *A*.

379	MÉCANISME DE L'ÉCHAPPEMENT À ANCRE	RE Tr



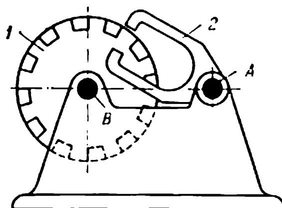
Lorsque la fourche d'ancrage *2* oscille autour d'un axe fixe *B*, la roue à rochet *1*, soumise à l'action du poids de la charge *Q*, tourne avec des arrêts autour d'un axe fixe *A*.

380	MÉCANISME DE L'ÉCHAPPEMENT À ANCRE	RE Tr



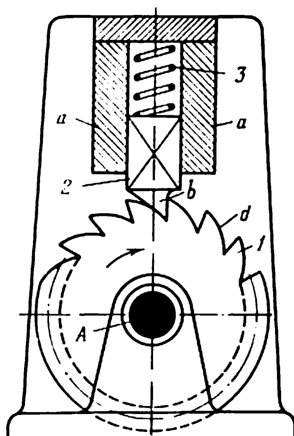
Lorsque la fourche d'ancrage *2* oscille autour d'un axe fixe *B*, la roue à rochet *1*, soumise à l'action d'un couple de torsion constant, tourne avec des arrêts autour d'un axe fixe *A*.

381	MÉCANISME DE L'ÉCHAPPEMENT À ANCRE	RE Tr



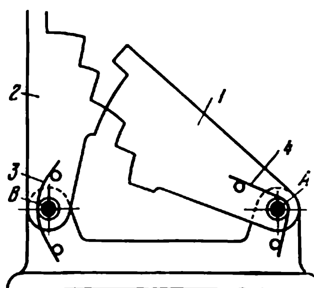
Lorsque la fourche d'ancrage *2* oscille autour d'un axe fixe *A*, la roue à rochet *1*, soumise à l'action d'un couple de torsion constant, tourne avec des arrêts autour d'un axe *B*.

382	MÉCANISME À ROCHET AVEC UN CLIQUET D'ARRÊT PRISMATIQUE	RE Tr



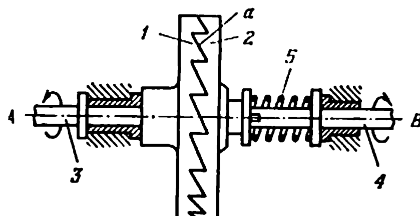
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet d'arrêt prismatique *2* glisse dans un guidage fixe *a — a* et possède un doigt *b* qui engrène avec les dents *d* de la roue *1*. Le cliquet d'arrêt *2* subit l'action constante du ressort *3* qui le serre contre les dents *d* de la roue à rochet *2*, empêchant cette dernière de tourner dans le sens opposé à celui indiqué par la flèche.

383	MÉCANISME À ROCHET AVEC DES CLIQUETS À GRADINS	RE Tr



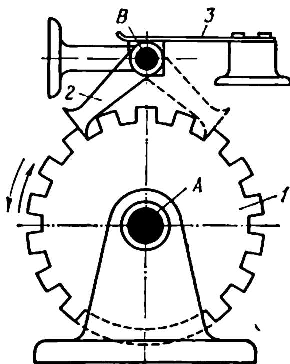
Les secteurs dentés *1* et *2*, mobiles autour des axes fixes *A* et *B*, possèdent des ressorts plats *4* et *3* qui mettent les secteurs en prise. Chacun des secteurs peut servir ou bien de rochet, ou bien de cliquet.

384	**MÉCANISME À ROCHET DU MANCHON À GRIFFES**	RE Tr



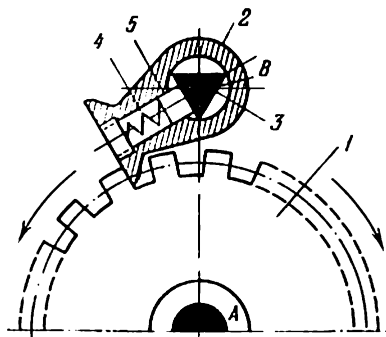
Les disques *1* et *2*, mobiles autour des axes fixes *A* et *B*, portent sur leurs faces frontales des dents identiques *a*. La transmission de la rotation de l'arbre *3* à l'arbre *4* n'est possible que dans le sens indiqué par les flèches. Lorsque la rotation change de sens, le disque *2* glisse sur le disque *1*. Le ressort *5* assure l'accrochage des disques *1* et *2*.

385	**MÉCANISME À ROCHET, À DENTURE EXTÉRIEURE AVEC CLIQUET RÉVERSIBLE**	RE Tr



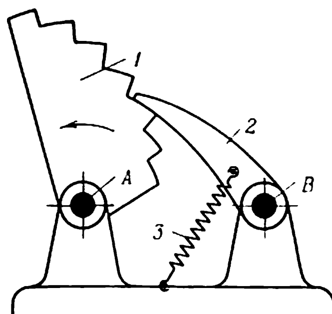
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet réversible *2* est mobile autour d'un axe fixe *B*. Le sens de rotation de la roue à rochet *1* dépend de la position du cliquet réversible *2*, bloqué par le ressort plat *3*.

386	MÉCANISME À ROCHET, À DENTURE EXTÉRIEURE AVEC CLIQUET RÉVERSIBLE	RE Tr



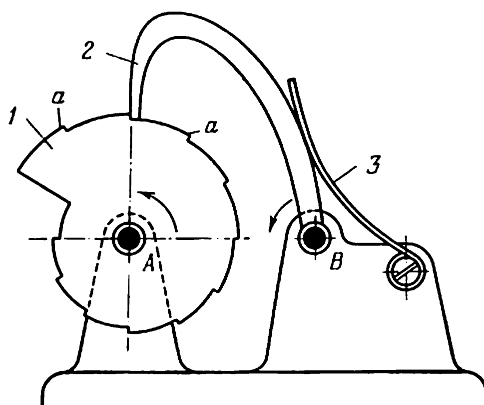
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet réversible *2* est mobile autour d'un axe fixe *B* qui a la forme d'un prisme triangulaire *3*. Le sens de rotation de la roue à rochet *1* dépend de la position du cliquet réversible *2*. On fixe la position du cliquet sur l'élément *3* à l'aide du ressort *4* et du coulisseau *5*.

387	MÉCANISME À ROCHET AVEC SECTEUR À GRADINS	RE Tr



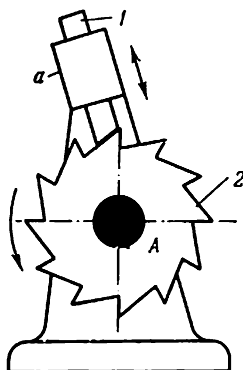
Le secteur d'encliquetage à gradins *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, ne peut tourner que dans le sens indiqué par la flèche. Le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*, empêche le secteur de tourner dans le sens inverse. Le ressort *3* sert à assurer l'effort de contact entre la roue *1* et le cliquet *2*.

388	MÉCANISME À ROCHET AVEC ROUE À ROCHET NON RONDE	RE Tr



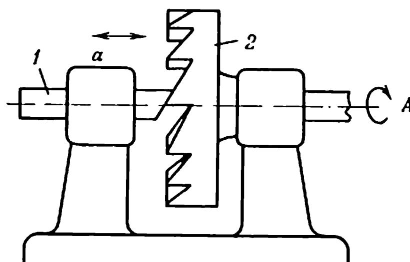
La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte les dents *a* disposées sur sa surface latérale en forme de spirale. Lorsque la roue à rochet *1* tourne, le cliquet *2* se déplace par saccades autour d'un axe fixe *B* dans le sens indiqué par la flèche. Le ressort *3* sert à assurer l'effort de contact entre le cliquet *2* et la roue *1*.

389	MÉCANISME À ROCHET AVEC UN CLIQUET D'ARRÊT PRISMATIQUE	RE Tr



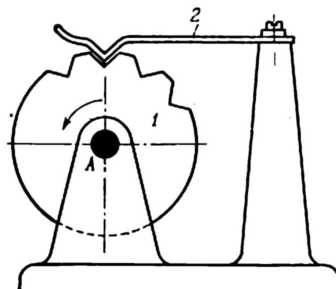
La roue à rochet *2* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet d'arrêt prismatique *1* qui glisse dans un guidage fixe *a* subit en permanence l'action d'un ressort (non montré sur le dessin) qui le serre contre les dents de la roue à rochet *2*. Le cliquet d'arrêt *1* ne permet pas à la roue à rochet *2* de tourner dans le sens opposé à celui indiqué par la flèche.

390	MÉCANISME À ROCHET AVEC ARRÊTOIR PRISMATIQUE	RE Tr



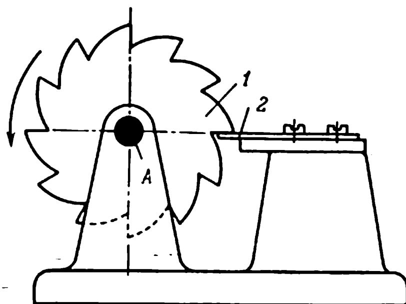
La roue à rochet à denture latérale *2* tourne autour d un axe fixe *A*. Le cliquet *1* glisse dans un guidage fixe *a*. Le cliquet d'arrêt *1* subit l'action constante d'un ressort (non figuré sur le dessin) qui serre ce cliquet contre les dents de la roue à rochet *2* et ne permet pas à cette dernière de tourner dans le sens opposé à celui indiqué par la flèche.

391	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET À RESSORT	RE Tr



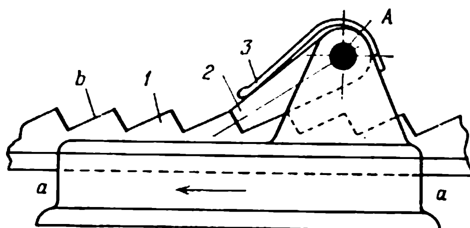
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens indiqué par la flèche. Le ressort *2* sert à empêcher la roue à rochet *1* de tourner dans le sens opposé.

392	MÉCANISME À ROCHET AVEC ARRÊTOIR À RESSORT	RE Tr



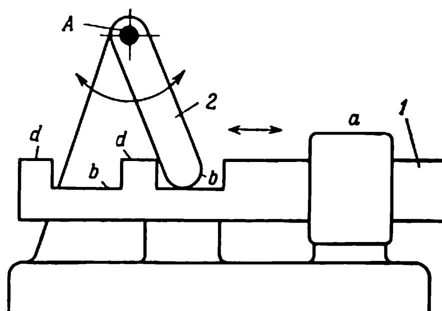
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens indiqué par la flèche. Le ressort *2* empêche la roue à rochet *1* de tourner dans le sens opposé.

393	MÉCANISME À ROCHET AVEC CRÉMAILLÈRE À DENTURE OBLIQUE	RE Tr



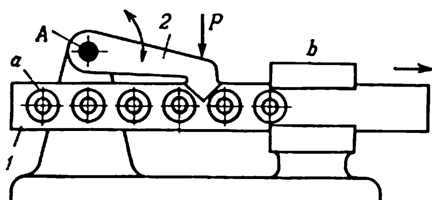
La crémaillère à rochet *1* portant les dents obliques *b* se déplace d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a* — *a* dans le sens indiqué par la flèche. La marche arrière de la crémaillère *1* est rendue impossible par le cliquet *2* qui tourne autour d'un axe fixe *A* et qui est serré par le ressort *3*.

394	MÉCANISME À ROCHET AVEC CRÉMAILLÈRE À DENTURE DROITE	RE Tr



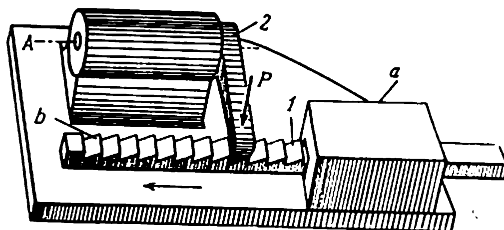
La crémaillère à rochet *1* portant les dents droites *d* se déplace d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a* dans le sens indiqué par la flèche. Lorsque le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe *A*, s'engage entre les dents *d* de la crémaillère *1*, cette dernière ne peut se déplacer que dans le sens indiqué par la flèche.

395	MÉCANISME À ROCHET AVEC CRÉMAILLÈRE À FUSEAUX	RE Tr



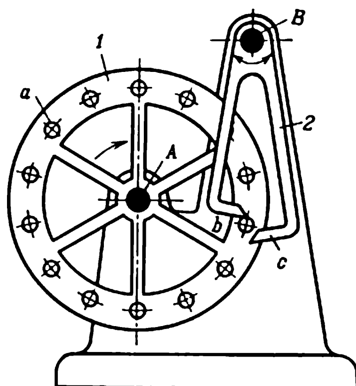
La crémaillère à rochet *1*, munie de fuseaux *a*, se déplace d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *b* dans le sens indiqué par la flèche. Le cliquet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est serré par la force *P* contre les rouleaux *a* de la crémaillère *1* et ne lui permet de se déplacer que dans le sens indiqué par la flèche.

396	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À ROCHET AVEC CRÉMAILLÈRE	RE Tr



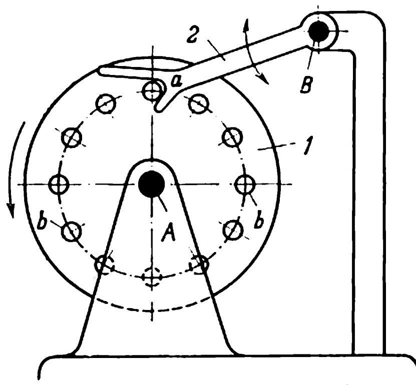
La crémaillère à rochet *1* portant les dents obliques *b* est animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a* dans le sens indiqué par la flèche. Le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est serré en permanence par le poids *P* contre les dents de la crémaillère à rochet *1*, ne lui permettant de se déplacer que dans le sens indiqué par la flèche.

397	MÉCANISME DE L'ÉCHAPPEMENT À ANCRE	RE Tr



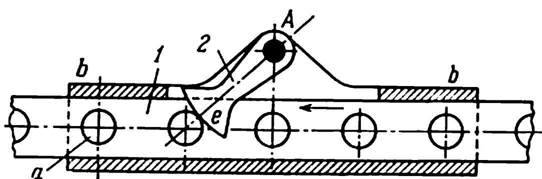
La roue *1* portant les fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens indiqué par la flèche et subit en permanence l'action d'un moment extérieur. La fourche d'ancrage *2* portant deux dents *b* et *c* oscille autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la fourche *2* oscille autour de l'axe *B*, la roue à fuseaux *1* tourne avec des arrêts.

398	MÉCANISME À ROCHET AVEC ROUE À FUSEAUX ET CLIQUET PROFILÉ	RE Tr



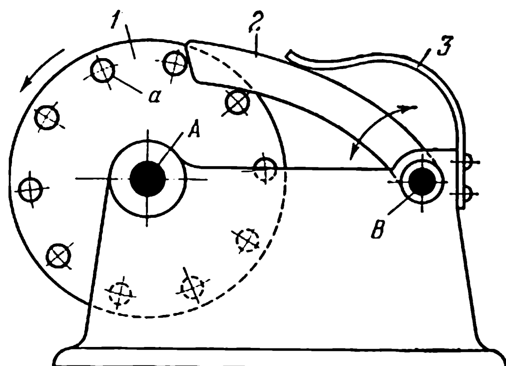
La roue à fuseaux *1* portant les fuseaux *b* tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens indiqué par la flèche. Le cliquet profilé *2* qui comporte une rainure *a* tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *1* ne peut tourner que dans le sens indiqué par la flèche. Par sa rainure *a*, le cliquet *2* empêche la roue *1* de tourner dans le sens opposé.

399	MÉCANISME À ROCHET AVEC CRÉMAILLÈRE À FUSEAUX	RE Tr



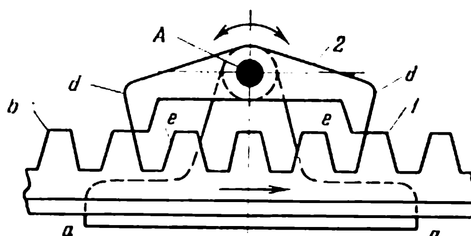
La crémaillère à rochet *1* portant les fuseaux *a* se déplace d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *b* — *b* dans le sens indiqué par la flèche. Le profil de travail *e* du cliquet *2* qui tourne autour d'un axe fixe *A* est tracé suivant un arc de cercle de centre *A*. La crémaillère *1* ne peut se déplacer que dans le sens indiqué par la flèche. Sa marche arrière est rendue impossible par le cliquet *2*.

400	MÉCANISME À ROCHET AVEC ROUE À FUSEAUX	RE Tr



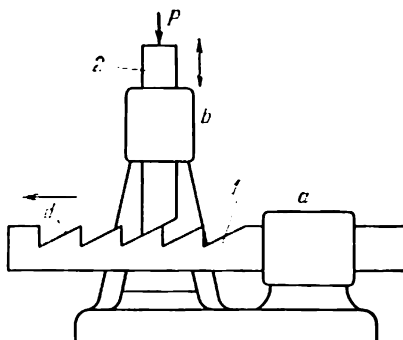
La roue à fuseaux *1* portant les fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens indiqué par la flèche. Le cliquet *2* pivote autour d'un axe fixe *B*, étant serré par le ressort *3* contre les fuseaux *a* de la roue *1*. La roue *1* peut tourner non seulement dans le sens indiqué par la flèche, mais aussi dans le sens inverse, si la résistance du ressort *3* est surmontée.

401	MÉCANISME À ROCHET ET CRÉMAILLÈRE AVEC CLIQUET À DEUX BRAS	RE Tr



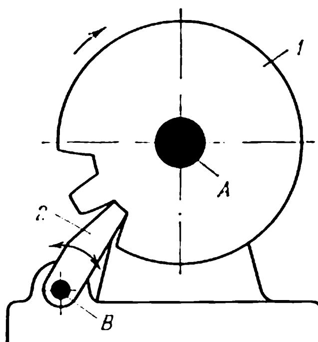
La crémaillère à rochet *1* portant les dents trapézoïdales *b* se déplace d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a* — *a* dans le sens indiqué par la flèche. Le cliquet à deux bras *2* pivote autour d'un axe fixe *A* et s'engage alternativement par ses extrémités *d* dans les creux *e* des dents *b*. Lorsque le cliquet *2* oscille, la crémaillère *1* effectue un mouvement de translation avec des arrêts.

402	MÉCANISME À ROCHET ET CRÉMAILLÈRE AVEC CLIQUET PRISMATIQUE	RE Tr



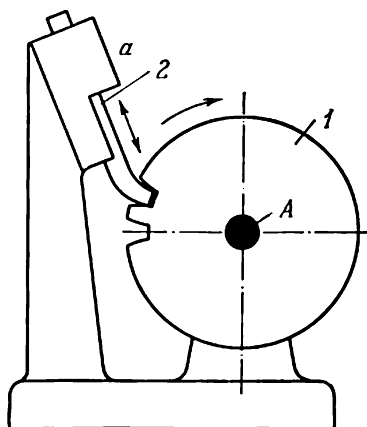
La crémaillère à rochet *1* portant les dents obliques *d* se déplace d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a* dans le sens indiqué par la flèche. Le cliquet prismatique *2* effectue un mouvement de translation dans un guidage fixe *b*. Le cliquet *2* est serré en permanence par la force *P* contre les dents *d* de la crémaillère à rochet *1*, ne permettant à cette dernière de se déplacer que dans le sens indiqué par la flèche.

403	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET D'ARRÊT	RE Tr



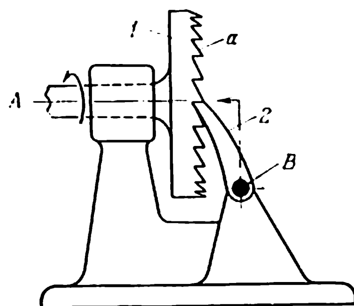
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet d'arrêt *2* pivote autour d'un axe fixe *B*. Lorsque le cliquet *2* entre en prise avec la roue *1*, cette dernière ne peut tourner que dans le sens indiqué par la flèche.

404	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET PRISMATIQUE	RE Tr



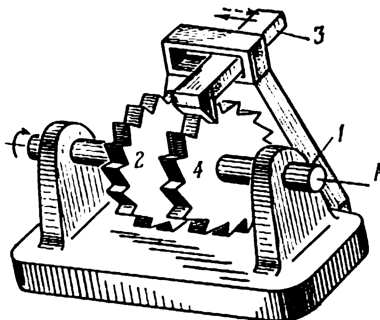
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet prismatique *2* glisse dans un guidage fixe *a*. Lorsque le cliquet *2* entre en prise avec la roue *1*, cette dernière ne peut tourner que dans le sens indiqué par la flèche.

405	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À ROCHET AVEC ROUE À DENTURE LATÉRALE	RE Tr



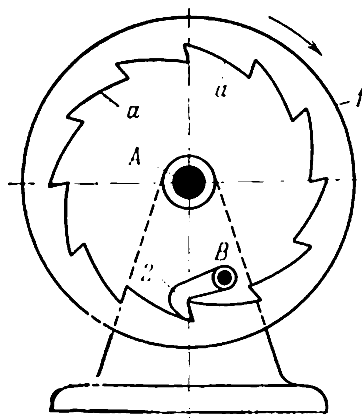
La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, porte les dents *a* situées sur sa surface frontale. Le cliquet *2* pivote autour d'un axe fixe *B*. Les axes *A* et *B* ne se coupent pas et sont perpendiculaires entre eux. Le plan de rotation central du cliquet *2* est tangent au cercle primitif des dents de la roue *1*.

406	MÉCANISME À ROCHET AVEC DEUX ROUES À ROCHET	RE Tr



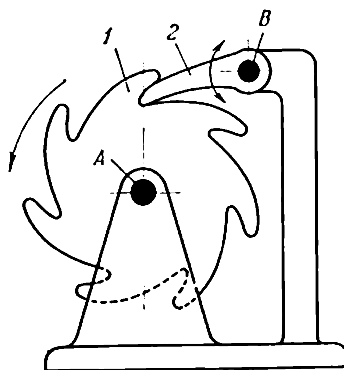
Les roues à rochet *2* et *4*, calées sur l'arbre *1*, tournent autour d'un axe fixe *A*. Les dents des roues *2* et *4* sont décalées les unes par rapport aux autres d'un demi-pas d'engrenage. Le cliquet *3* peut engrener alternativement avec les roues *2* et *4*. Il en résulte que l'arbre *1* tourne d'un angle qui correspond au demi-pas d'engrenage des roues à rochet *2* et *4*.

407	MÉCANISME À ROCHET, À DENTURE INTÉRIEURE AVEC CLIQUET INTÉRIEUR	RE Tr



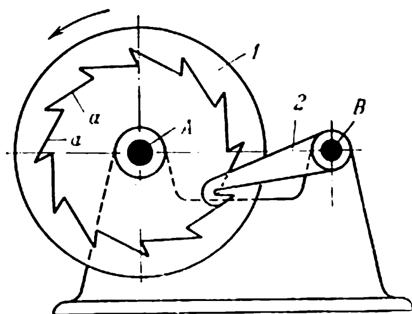
La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, porte les dents *a* qui sont situées sur sa surface intérieure. Le cliquet *2* pivote autour d'un axe fixe *B* et bloque la roue *1*. La roue *1* ne peut tourner que dans le sens indiqué par la flèche.

408	MÉCANISME À ROCHET D'UNE ROUE À DENTS PROFILÉES	RE Tr



Les dents profilées confèrent à la roue à rochet *1*, qui tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens de la flèche, la possibilité d'une courte marche arrière chaque fois que la roue tourne d'une dent. Le cliquet tourne autour d'un axe fixe *B*.

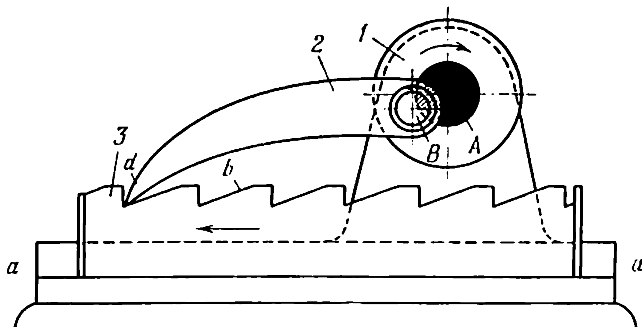
409	MÉCANISME À ROCHET D'UNE ROUE À DENTURE INTÉRIEURE AVEC CLIQUET EXTÉRIEUR	RE Tr



La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, porte les dents *a* qui sont situées sur sa surface intérieure. Le cliquet *2* pivote autour d'un axe fixe *B* et bloque la roue *1*. La roue *1* ne peut tourner que dans le sens indiqué par la flèche. L'axe de rotation *B* du cliquet *2* se trouve en dehors de la roue *1*.

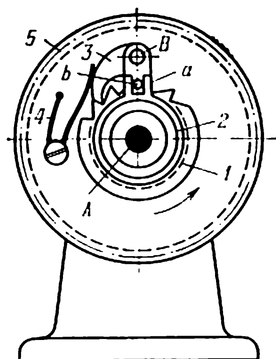
2. Mécanismes à quatre éléments d'usage général (410-421)

410	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET ANIMÉ D'UN MOUVEMENT COMBINÉ	RE Q



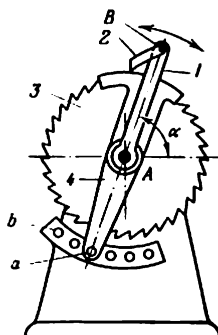
L'élément *1* qui tourne autour d'un axe fixe *A* constitue un couple de rotation *B* avec le cliquet *2*. Le cliquet *2* engrène avec la crémaillère à rochet *3* qui coulisse dans un guidage fixe *a* — *a*. Lorsque l'élément *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, le cliquet *2* reçoit un mouvement combiné; par son extrémité *d*, il glisse et bute contre les dents *b* de la crémaillère *3*, imprimant ainsi à cette dernière un mouvement intermittent dans le sens indiqué par la flèche.

411	MÉCANISME SILENCIEUX À ROCHET	RE Q



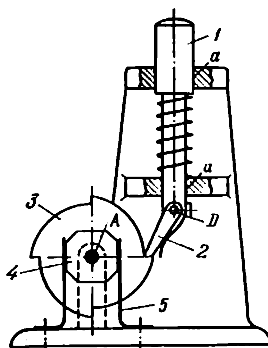
La roue dentée *5*, mobile autour d'un axe fixe *A*, porte un cliquet *3* qui peut pivoter autour d'un axe *B* et qui comporte un ergot *b*. La bague *2*, solidaire de la roue à rochet *1*, possède des butées *a*. Lorsque la roue à rochet *1* tourne, la butée *a* qui appuie sur l'ergot *b* relève le cliquet *3*, ce qui atténue le bruit. Le ressort *4* sert à assurer l'effort de contact entre le cliquet *3* et la roue à rochet *1*.

412	MÉCANISME À ROCHET AVEC ROUE À ROCHET À ANGLE DE ROTATION RÉGLABLE	RE Q



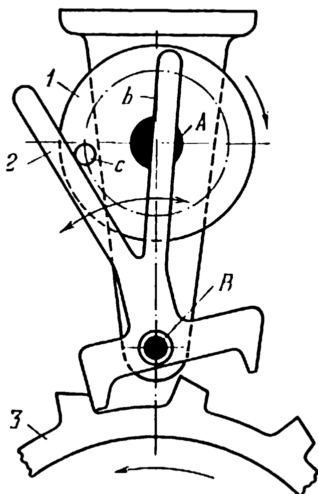
Le levier *1* est animé d'un mouvement d'oscillation autour d'un axe fixe *A* d'un angle déterminé α. Lorsque le levier *1* est en mouvement, le cliquet *2*, qui pivote autour d'un axe *B* et appartient au levier *1*, fait tourner la roue à rochet *3* autour de l'axe fixe *A*. On règle l'angle de rotation de la roue *3* en déplaçant le fixateur *a* du levier *4* dans les orifices *b* du support.

413	MÉCANISME À ROCHET AVEC BOUTON	RE Q



Lorsqu'on appuie sur le bouton *1*, la roue à rochet *3* et l'élément carré *4*, mobile autour d'un axe fixe *A* et solidaire de cette roue, tournent d'un angle de 90° sous l'action du cliquet *2* qui constitue le couple de rotation *D* avec le bouton *1*. Les ressorts *5* immobilisent l'élément *4* après sa rotation.

MÉCANISME DE L'ÉCHAPPEMENT À ANCRE AVEC FOURCHE BILATÉRALE



Le disque *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, porte le fuseau *C* qui entre périodiquement en prise avec les côtés *b* de la fourche d'ancrage bilatérale *2*. Lorsque le disque *1* est en mouvement, la fourche *2* reçoit un mouvement d'oscillation autour d'un axe fixe *B*. La roue *3* qui subit l'action constante d'un couple moteur tourne avec des arrêts.

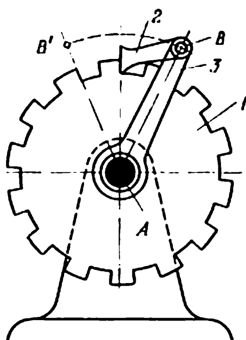
415	MÉCANISME DE L'ÉCHAPPEMENT À ANCRE	RE Q

Lorsque la fourche d'ancrage *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*, est en mouvement d'oscillation, la roue à rochet *1*, qui subit l'action d'une charge *Q*, tournera chaque fois d'une dent autour d'un axe fixe *A*.

416	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET RÉVERSIBLE ANIMÉ D'UN MOUVEMENT CONTINU	RE Q

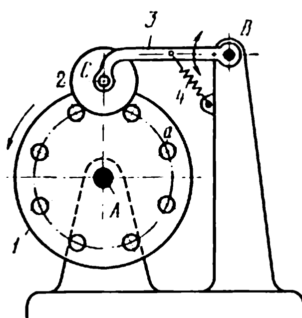
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet réversible *2* tourne autour de l'axe fixe *B* qui appartient à l'élément *3*. L'élément *3* se déplace d'un mouvement alternatif dans un guidage fixe *b* — *b*. Le sens de rotation de la roue à rochet *1* dépend de la position *B* ou *B'* de l'axe du cliquet réversible *2*.

417	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET RÉVERSIBLE	RE Q



La roue à rochet *1* est mobile autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet réversible *2* tourne autour de l'axe *B* qui appartient à l'élément *3*. L'élément *3* tourne fou autour de l'axe *A*. Le sens de rotation de la roue à rochet *1* dépend de la position *B* ou *B'* du cliquet réversible *2*.

418	MÉCANISME À ROCHET AVEC ROUE À FUSEAUX ET CLIQUET À GALET	RE Q



La roue *1* portant les fuseaux *a* tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens indiqué par la flèche. Le cliquet *3*, pivotant autour d'un axe fixe *B*, est serré par le ressort *4* contre les fuseaux. Le cliquet comporte un galet *2* qui tourne fou sur un axe *C*. La roue *1* peut tourner non seulement dans le sens indiqué par la flèche, mais également dans le sens opposé. Cependant dans ce dernier cas il faut appliquer du côté de la roue un effort un peu plus grand.

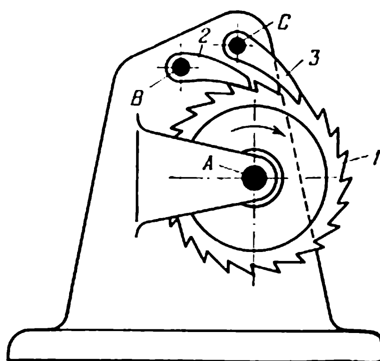
419	MÉCANISME À ROCHET AVEC ROUE À FUSEAUX ET CLIQUET PROFILÉ	RE Q

La roue à fuseaux *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action d'un couple moteur extérieur. Le cliquet profilé comportant une encoche *b* peut osciller autour d'un axe fixe *B*. Lorsque le cliquet *2* est en mouvement d'oscillation, la roue *1* tourne avec des arrêts dans le sens indiqué par la flèche.

420	MÉCANISME À ROCHET AVEC DEUX CLIQUETS	RE Q

La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec les cliquets *2* et *3* qui pivotent autour d'un axe fixe *B*. Les longueurs des parties en contact des cliquets *2* et *3* diffèrent du demi-pas d'engrenage. Les axes de rotation des cliquets coïncident. La présence de deux cliquets revient à doubler le nombre de dents de la roue à rochet *1*. La roue *1* ne peut tourner que dans le sens indiqué par la flèche.

421	MÉCANISME À ROCHET AVEC DEUX CLIQUETS	RE Q



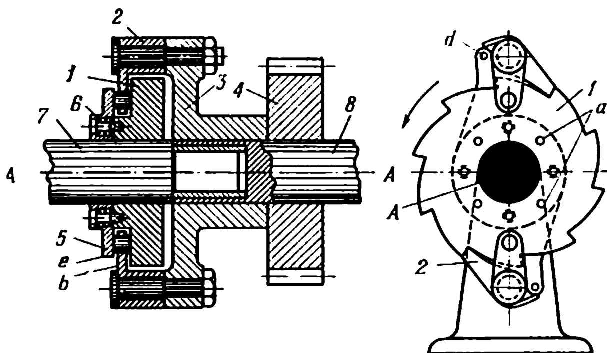
La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec les cliquets *2* et *3* qui pivotent autour des axes fixes *B* et *C*. La présence de deux cliquets revient à doubler le nombre de dents de la roue à rochet *1*. La roue *1* ne peut tourner que dans le sens indiqué par la flèche. Les longueurs des parties en contact des cliquets *2* et *3* diffèrent du demi-pas d'engrenage.

3. Mécanismes à éléments multiples d'usage général (422-452)

422	MÉCANISME À ROCHET, À DENTURE INTÉRIEURE AVEC QUATRE CLIQUETS MENANTS	RE M

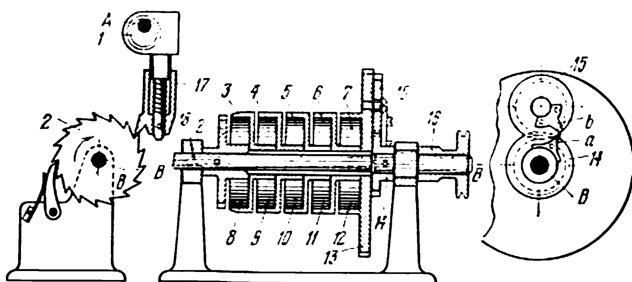
La roue à rochet *1* portant les dents situées sur sa surface intérieure tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue *1* engrène par ses dents *a* avec les quatre cliquets *2* qui pivotent autour des axes *B* de l'élément *3*. Les ressorts *4* serrent les cliquets *2* contre les dents *a*. Lorsque l'élément *3* est en mouvement, la roue *1* tourne à la même vitesse angulaire et ne peut tourner par rapport à l'élément *3* que dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre.

423	MÉCANISME À ROCHET ET LEVIERS DE LA ROUE LIBRE	RE M



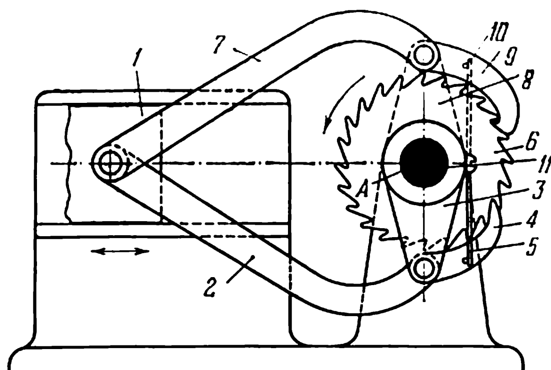
Lorsque l'arbre *7* tourne autour d'un axe fixe *A*, la roue à rochet *1*, reliée au premier, imprime à la bride *3*, rigidement montée sur l'arbre *8*, au moyen de cliquets *2* un mouvement de rotation dans le sens de la flèche. L'arbre *8* reçoit donc une rotation à une vitesse angulaire égale à la vitesse angulaire de l'arbre *7*. Les bouchons de friction, serrés entre le plateau de friction *5* et la roue *1* au moyen des ressorts *6* et des goujons *a*, sont logés dans les orifices des tenons *b* des cliquets *2*. Lorsque la vitesse angulaire de l'arbre *8* mis en mouvement par la roue dentée *4* augmente, les cliquets *2* pivotent autour de leurs axes et désengrènent de la roue à rochet *1*. La rotation des cliquets est limitée par les ergots *d*. La commande de roue libre une fois déclenchée, l'arbre *8* reste en repos jusqu'à ce que les cliquets *2*, ayant opéré une rotation autour de leurs axes dans le sens inverse, entrent en prise avec la roue à rochet *1*, imprimant ainsi à l'arbre *8* une vitesse angulaire égale à celle de l'arbre *7*.

424	MÉCANISME À ROCHET DE LA COMMANDE À RESSORT	RE M



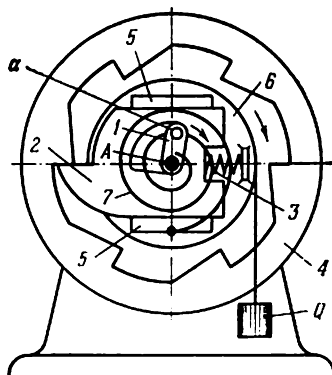
Lorsque l'excentrique *1* tourne autour d'un axe fixe *A*, le loquet *17*, animé d'un mouvement alternatif, fait tourner la roue à rochet *2* qui est calée sur l'arbre *18* tournant autour d'un axe fixe *B*. En tournant, l'arbre *18* remonte successivement les ressorts *3*, *4*, *5*, *6* et *7* dont les extrémités extérieures sont fixées sur les boîtes *8*, *9*, *10*, *11* et *12*, et les extrémités intérieures sur les douilles de ces boîtes et sur la roue *2*. On imprime ainsi à la roue *13* un mouvement de rotation. Pour éviter que les ressorts ne soient remontés au-delà d'une certaine limite, l'on a prévu un mécanisme d'arrêt constitué des roues dentées *14* et *15* comportant les dents *a* et *b* qui, après un certain nombre de rotations de l'arbre *18*, butent l'une contre l'autre, empêchant ainsi la rotation ultérieure de l'arbre *18*. On peut également remonter les ressorts à la main, en tournant la tête *16* dans le sens des aiguilles d'une montre.

425	MÉCANISME À ROCHET POUR TRANSFORMER LE MOUVEMENT ALTERNATIF EN MOUVEMENT DE ROTATION	RE M



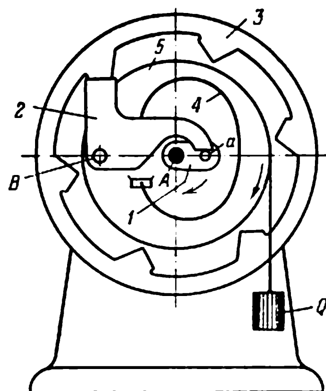
Lorsque l'élément *1* se déplace de gauche à droite, ce mouvement est transmis au moyen du levier *2* au levier *3* qui porte le cliquet d'arrêt *4*. Le levier *3* est monté fou sur l'arbre *11* et tourne autour d'un axe fixe *A*. Sollicité par le ressort *5*, le cliquet d'arrêt *4* agit sur les dents de la roue à rochet *6*. Cette dernière ainsi que l'arbre *11* se mettent à tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Lorsque l'élément *1* se déplace de droite à gauche, ce mouvement est transmis au moyen du levier *7* au levier *8* monté fou sur l'arbre *11*. Le cliquet d'arrêt *9*, qui bute contre les dents de la roue à rochet sous l'action du ressort *10*, fait tourner cette roue, en même temps que l'arbre *11*, dans le même sens. Le cliquet d'arrêt *4* glisse alors sur les dents de la roue à rochet *6*. On transforme ainsi le mouvement alternatif de l'élément *1* en mouvement de rotation de l'arbre *11*.

426	MÉCANISME À ROCHET AVEC ÉLÉMENT ÉLASTIQUE	RE M



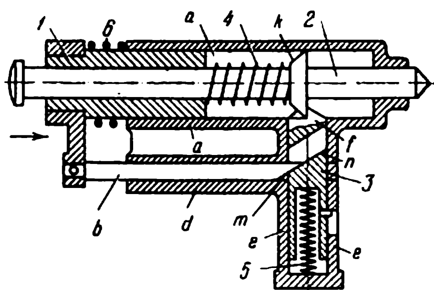
Le disque *6*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action d'un couple créé par la charge *Q*. Le disque *6* est relié par le ressort *7* à l'élément *1*. Le disque *6* comporte le guidage *5* dans lequel se déplace le cliquet *2*. Ce cliquet engrène avec la roue à rochet fixe *4*. Lorsque l'élément *1* tourne sous l'action du ressort en spirale *7*, il désengrène par son ergot *a* le cliquet *2* de la roue à rochet *4* et repousse le ressort *3*. Le disque *6* tourne jusqu'à ce que le cliquet *2* entre en prise avec la dent suivante de la roue fixe *4* sous l'action du ressort *3*. Lorsque l'élément *6* commence à tourner, la manivelle *1* s'arrête sous l'action d'un mécanisme non figuré sur le dessin. Lors de la rotation de l'élément *6* le ressort en spirale *7* est remonté, et le processus reprend.

427	MÉCANISME À ROCHET AVEC ÉLÉMENT ÉLASTIQUE	RE M



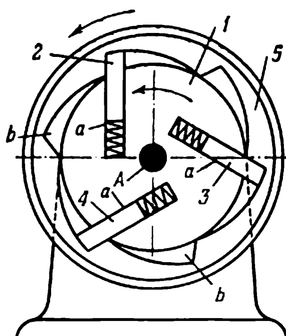
Le disque *5*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action d'un couple moteur créé par le poids *Q*. L'une des extrémités du ressort *4* est reliée au disque *5*, et l'autre agit sur le cliquet *2* qui s'articule en *B* sur le disque *5*. L'élément *1* tourne sous l'action du ressort *4* qui agit par l'intermédiaire du cliquet *2* sur le tenon *a* de cet élément. Le cliquet *2* désengrène de la roue à rochet fixe *3*, et le disque *5* se met à tourner sous l'action du poids *Q*. Cette rotation continue jusqu'à ce que le cliquet *2*, butant contre le tenon *a* de l'élément *1* bloqué par un dispositif spécial non représenté sur la figure, entre en prise avec la dent suivante de la roue *3*. Lorsque le disque *5* tourne, le ressort *4* se tend, et le processus recommence.

428	MÉCANISME À ROCHET AVEC ÉLÉMENTS EN COIN	RE] M



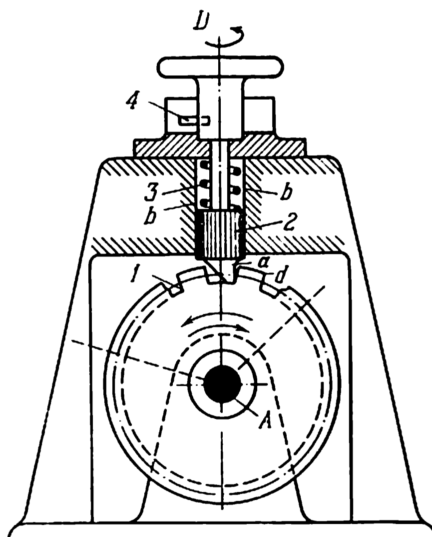
L'élément *1*, qui comporte le coin *b*, coulisse dans un guidage fixe *a*. Le taquet *3*, coulissant dans un guidage fixe *e*, se termine par l'arrêtoir *f* qui immobilise la pièce *k* de la tige *2*. Cette dernière coulisse dans l'élément *1*. Le taquet *3* est serré par le ressort *5*, et l'élément *1* est repoussé par le ressort *6*. Lorsqu'on appuie sur l'élément *1* dans le sens de la flèche, ce dernier agit par le coin *m* sur la partie biseautée *n* du taquet *3* et désengrène l'arrêtoir de la pièce *k*, libérant ainsi l'élément *2*. Le ressort *4* entraîne l'élément *2* et l'élément *1* dans un mouvement dont le sens est indiqué par la flèche.

429	MÉCANISME À ROCHET AVEC TROIS CLIQUETS PRISMATIQUES MENANTS	RE M



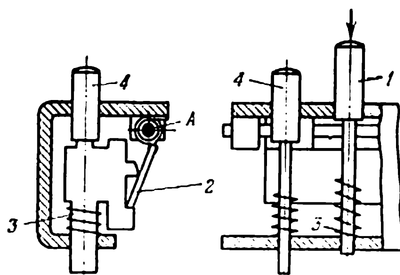
L'élément *1* est mobile autour d'un axe fixe *A*. Trois cliquets prismatiques *2*, *3* et *4*, dont les axes de glissement forment entre eux des angles de 120°, coulissent dans les rainures *a* disposées de façon symétrique. La roue à rochet *5* portant les dents *b* est montée folle sur un axe *A*. Les dents *b*, situées sur la surface intérieure de la roue à rochet *5*, engrènent avec les cliquets *2*, *3* et *4*, permettant ainsi à la roue *5* de tourner seulement dans le sens indiqué par la flèche à une vitesse angulaire égale à celle de l'élément *1*. Lorsque l'élément *1* tourne dans le sens opposé, la roue *5* reste en repos.

430 | **MÉCANISME À ROCHET AVEC TAQUET RADIAL TOURNANT** | RE M



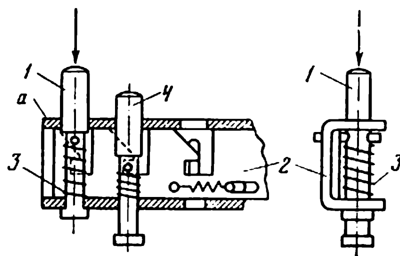
La roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Sollicité par le ressort *3*, le taquet *2* peut se déplacer d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *b* — *b*. Le taquet *2* comporte la dent *a* qui engrène avec les dents *d* de la roue *1*. Le doigt *4* fixe la position du taquet *2*. En tournant le taquet *2* d'un angle de 180°, on peut limiter le mouvement de la roue *1* dans les deux sens.

431	MÉCANISME À ROCHET AVEC QUELQUES ÉLÉMENTS À TAQUET COMMUN	RE M



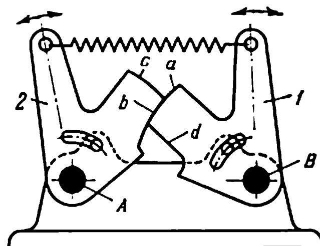
Lorsqu'on appuie sur l'élément *1*, le taquet commun *2* tourne autour d'un axe fixe *A* et libère l'élément *4* qui est ensuite ramené à sa position initiale sous l'action du ressort *3*.

432	MÉCANISME À ROCHET AVEC QUELQUES ÉLÉMENTS À TAQUET COMMUN	RE M



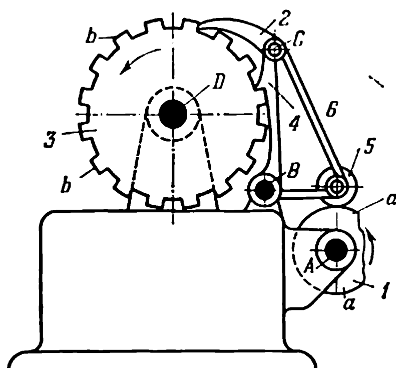
Lorsqu'on appuie sur l'élément *1*, le taquet commun *2* se déplace dans le guidage fixe *a* et libère le deuxième élément *4* qui est ensuite ramené à sa position initiale sous l'action du ressort *3*.

433	MÉCANISME À ROCHET AVEC ÉLÉMENTS ANIMÉS D'UN MOUVEMENT OSCILLATOIRE	RE M



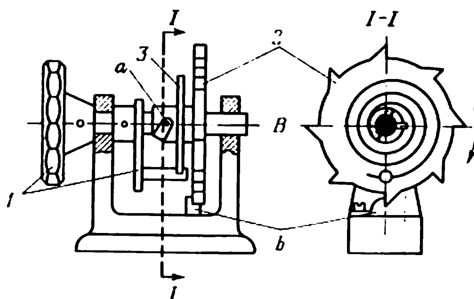
Les éléments *1* et *2* tournent autour des axes fixes *B* et *A*. Les éléments *1* et *2* jouent alternativement le rôle de l'élément menant ou de l'élément mené. Lorsque l'élément *1* tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, l'élément *2* reste immobile jusqu'à ce que le bras *a* du levier *1* glisse dans la rainure *b* du levier *2*. Lorsque le levier *1* se trouve dans sa position extrême, le bras *a* sort de l'encoche *b*, et le levier *2* tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, le bras *c* glissant dans l'encoche *d*.

434	MÉCANISME À ROCHET AVEC COMMANDE PAR CAME	RE M



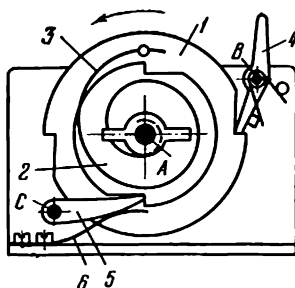
La came *1* tourne autour d'un axe fixe *A* et, agissant sur le rouleau *5*, fait tourner l'élément *6* autour d'un axe fixe *B*. Le cliquet *2* pivote autour de l'axe *C* de l'élément *6* et engrène avec les dents *b* de la roue à rochet *3* qui tourne autour d'un axe fixe *D*. Lorsque le rouleau *5* roule sur la partie profilée de la came, le cliquet *2* fait tourner la roue à rochet *3* dans le sens indiqué par la flèche. Lorsque le rouleau *5* se déplace sur l'arc *a* — *a* de la came *1*, l'ergot *4* de l'élément *6* s'oppose à la rotation ultérieure de la roue *3*.

435	MÉCANISME À ROCHET AVEC RAINURE HÉLICOÏDALE	RE M



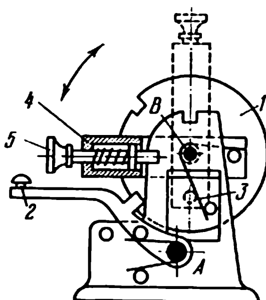
Lorsqu'on tourne la manivelle *1* autour d'un axe fixe *B*, le ressort *3* se comprime et, en même temps, l'ergot *a* glissant dans la rainure hélicoïdale de la roue à rochet *2* déplace cette dernière le long de son propre axe jusqu'à ce que la dent de la roue *2* quitte la butée *b* du montant. La roue *2* effectue ensuite un mouvement hélicoïdal et avance d'une dent.

436	MÉCANISME À ROCHET À ACTION DOUBLE	RE M



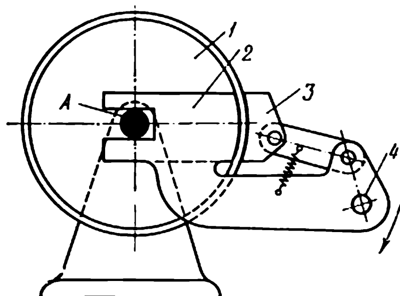
Les disques *1* et *2* sont montés fous sur un axe fixe *A*. Le cliquet *4* pivote autour d'un axe fixe *B*. Lorsqu'on débraye le cliquet *4*, le disque *1* tourne d'un demi-tour dans le sens de la flèche sous l'action du ressort *3* dont une extrémité est fixée sur le disque *2* et l'autre, sur le disque *1*. On ramène le ressort *3* à sa position initiale en tournant le disque *2* d'un demi-tour dans le même sens. On bloque le disque *2* par le cliquet *5*, mobile autour d'un axe fixe *C* et serré par le ressort *6*.

437	MÉCANISME À ROCHET À ACTION DOUBLE	RE M



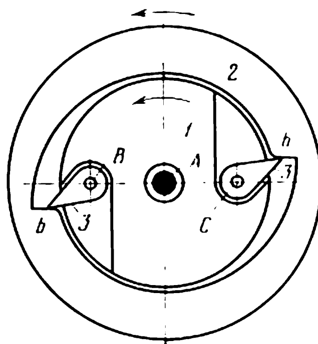
Lorsqu'on débraye le cliquet *2* pivotant autour d'un axe fixe *A*, le disque *1*, mobile autour d'un axe fixe *B*, tourne sous l'action du ressort *3* dans un sens puis dans l'autre. On serre le ressort *3* en déplaçant l'élément *4*, muni d'un goujon coulissant *5*, de la position indiquée en trait discontinu à la position représentée sur la figure et vice versa.

438	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET À FRICTION	RE M



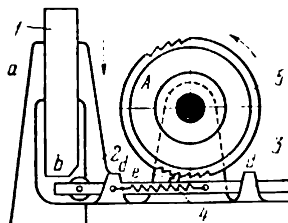
Le rebord en saillie de la jante de la roue *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, peut glisser dans la rainure arquée formée par les éléments *2* et *3*. L'élément *2* est muni d'une poignée *4*. Lorsqu'on déplace la poignée *4*, solidaire de l'élément *2*, dans le sens indiqué par la flèche, les éléments *2* et *3* glissent librement sur le rebord de la jante de la roue *1*. Lorsqu'on déplace la poignée *4* dans le sens opposé, les éléments *2* et *3* se rapprochent et serrent la jante de la roue *1*, grâce à quoi tous les éléments et la roue *1* se déplacent comme un tout entier.

439	MÉCANISME À ROCHET AVEC ÉLÉMENT MENÉ À MARCHE LIBRE	RE M



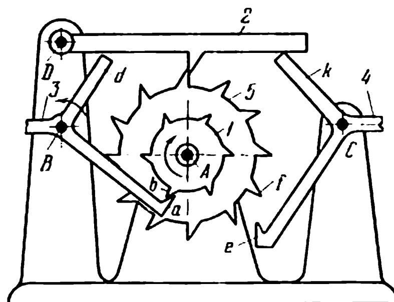
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte deux cliquets *3* qui pivotent autour des axes *B* et *C*. L'élément *2* qui tourne librement autour de l'axe *A* possède des saillies *b*. Lorsque l'élément menant *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, les cliquets *3* butent contre les saillies et entraînent l'élément *2*. Lorsque l'élément *1* s'arrête, l'élément *2* peut poursuivre son mouvement par inertie. Si l'élément *1* tourne dans le sens opposé, les cliquets *3* désengrènent et la roue *2* reste immobile.

440	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET À CRÉMAILLÈRE	RE M



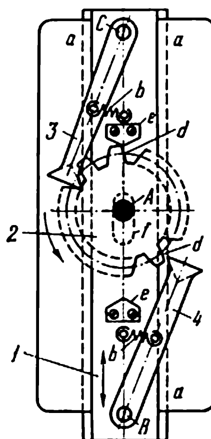
L'élément prismatique *1*, animé d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a*, comporte un biseau *b*. Le cliquet à crémaillère *3*, qui coulisse dans un guidage *d* — *d*, comporte une dent *e* et un galet *2*. La roue à rochet *5* est mobile autour d'un axe fixe *A*. Lorsque l'élément menant *1* descend, le biseau *b* agit sur le galet *2* et déplace la crémaillère *3*. La crémaillère *3* fait tourner par sa dent *e* la roue *5* d'une dent dans le sens indiqué par la flèche. Lorsque l'élément *1* remonte, le ressort *4* ramène la crémaillère *3* à sa position primitive.

441	MÉCANISME À ROCHET AVEC DEUX CLIQUETS MENANTS ET UN CLIQUET D'ARRÊT	RE M



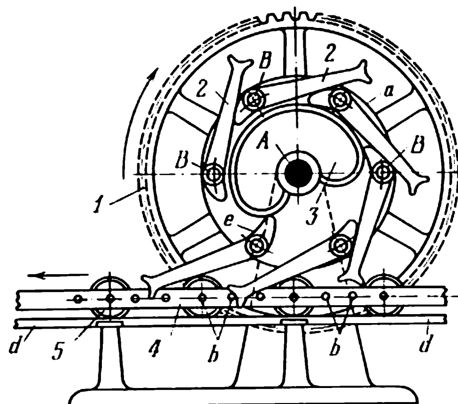
Les roues à rochet *1* et *5*, solidaires l'une de l'autre, tournent autour d'un axe fixe *A*. La rotation des roues *1* et *5* s'effectue à l'aide de deux cliquets *3* et *4*, mobiles autour des axes fixes *B* et *C*. Le cliquet *3* engrène par son extrémité *a* avec la dent *b* de la roue *1* et en même temps il désengrène par son extrémité *d* le cliquet d'arrêt *2* pivotant autour d'un axe fixe *D*. Après la rotation de la roue *1* d'un angle quelconque, le cliquet *3* désengrène, et les roues *1* et *5* se trouvent bloquées par le cliquet d'arrêt *2*. Sous l'action d'un dispositif de commande particulier, le cliquet *4* engrène ensuite par son extrémité *e* avec la dent de la roue *5* et désengrène en même temps par son doigt *k* le cliquet d'arrêt *2*. En agissant alternativement sur les roues *1* et *5* au moyen des cliquets *3* et *4*, on obtient un mouvement intermittent des roues *1* et *5* dans le sens indiqué par la flèche.

442	MÉCANISME À ROCHET AVEC DEUX CLIQUETS MENANTS	!RE M



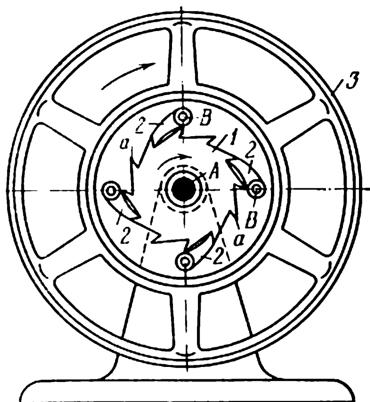
L'élément *1* est animé d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a* — *a*. Les cliquets *3* et *4* tournent autour des axes *C* et *B* de l'élément *1* et engrènent alternativement avec les dents *d* de la roue *2*, mobile autour d'un axe fixe *A*. Les cliquets *3* et *4* sont munis de ressorts *b*. Lorsque l'élément *1* se déplace d'un mouvement alternatif, il glisse par sa rainure *f* sur la douille de la roue *2* et fait tourner cette dernière par les cliquets *3* et *4* dans le sens indiqué par la flèche. Les cliquets *3* et *4* empêchent la roue *2* de tourner dans le sens inverse. Les pièces *e* servent à immobiliser la roue *2* au moment où les cliquets *3* et *4* engrènent et désengrènent.

443	MÉCANISME À ROCHET ET ENGRENAGE AVEC CRÉMAILLÈRE À FUSEAUX	RE M



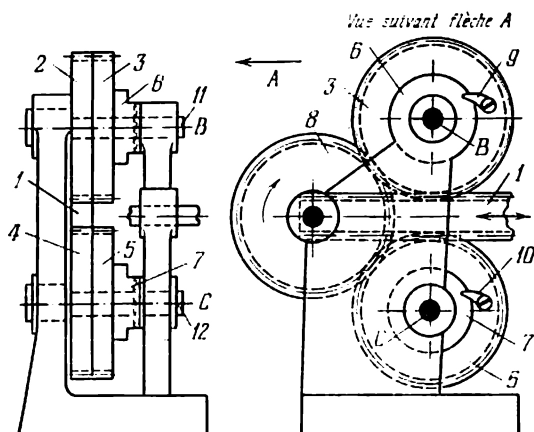
La roue *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le disque *a* est rendu solidaire de la couronne de la roue. Les cliquets *2*, qui pivotent librement autour des axes *B*, engrènent périodiquement avec les fuseaux *b* de la crémaillère *4*. Cette dernière roule par ses rouleaux *5* sur un plan fixe *d*. Lorsque la roue *1* tourne, les cliquets *2* déplacent la crémaillère *4*. La came fixe *3*, sur le profil de laquelle glissent les queues *e* des cliquets *2*, a pour but de désengrener les cliquets *2* et de les empêcher de se renverser.

444	MÉCANISME À ROCHET DE LA ROUE AVEC QUATRE CLIQUETS MENANTS	RE M



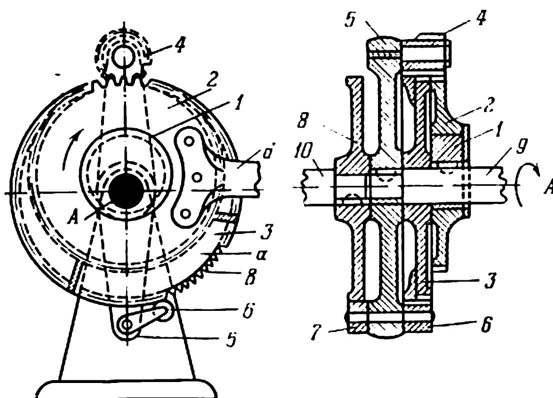
La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène par ses dents *a* avec quatre cliquets *2*. Tous ces cliquets pivotent autour des axes *B* de la roue *3* qui tourne librement autour de l'axe *A*. Le nombre de cliquets qui se trouvent simultanément en prise est au moins deux. Lorsque la roue *1* est en mouvement, la roue *3* tourne à la même vitesse angulaire.

445	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE AVEC ROUES À ROCHET	RE M



Les roues dentées *2* et *4* et les roues à rochet *6* et *7* sont calées sur les arbres *11* et *12* qui tournent autour des axes fixes *B* et *C*. Les cliquets *9* et *10* sont fixés sur les roues dentées *3* et *5* qui tournent librement sur les arbres *11* et *12*. La rotation des roues dentées *2* et *4*, due au mouvement alternatif de la crémaillère *1*, est transmise par l'intermédiaire des roues à rochet *6* et *7* et des cliquets *9* et *10* aux roues dentées *3* et *5* de manière à les faire tourner alternativement dans un sens ou dans l'autre selon la direction du mouvement de la crémaillère. La roue dentée menée *8*, qui est en prise avec les roues dentées *3* et *5*, tourne de façon continue dans le sens indiqué par la flèche.

446	MÉCANISME PLANÉTAIRE À ROCHET ET ENGRENAGE	RE M

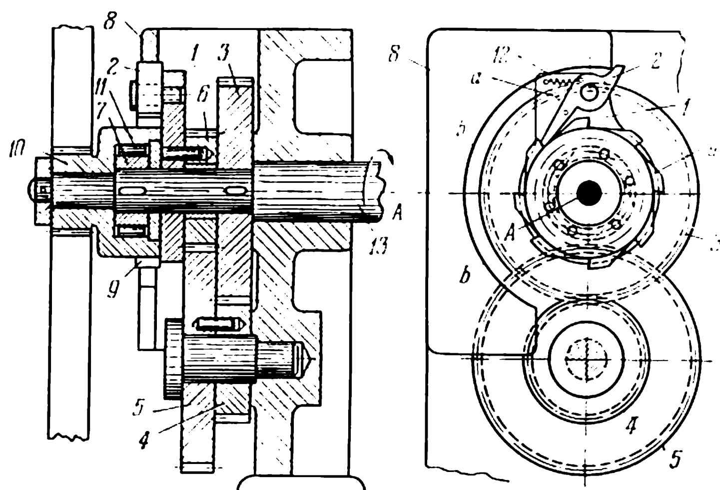


L'excentrique rond *1* fixé sur l'arbre menant *9* tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue dentée *2* portant 96 dents est montée folle sur l'excentrique *1* mais ne peut tourner étant bloquée par la manivelle *d*. La roue dentée *3* portant 120 dents tourne librement sur l'arbre *9*. Les roues dentées *2* et *3* sont en prise avec le satellite *4* monté sur le levier *5* qui est fixé sur l'arbre menant *9*. Lorsque l'arbre menant *9* est en mouvement, la roue dentée *3* est mise en mouvement par le satellite *4*. Le rapport de transmission est égal à

$$i_{13} = \frac{5}{4}.$$

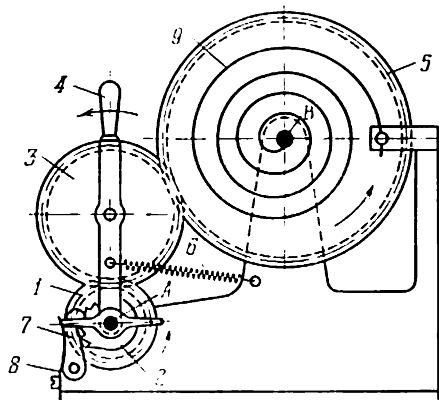
Le levier *5* porte à son autre extrémité le rouleau *6* qui roule sur la couronne de la roue dentée *2* ayant la forme d'un cercle comportant une petite cavité *a*. La dimension de la cavité est choisie de telle sorte que lorsque le rouleau *6* roule sur cette cavité le cliquet *7*, monté sur le même axe que le rouleau, entre en prise avec la roue à rochet *8*, fixée sur l'arbre *10*, et la fait tourner de $^1/_{12}$ de tour. Ainsi lorsque l'arbre menant *9* tourne de $1^1/_4$ de tour, l'arbre mené *10* effectue $^1/_{12}$ de tour dans le même sens.

447	MÉCANISME À ROCHET ET ENGRENAGE DE CHANGEMENT PÉRIODIQUE DES VITESSES	RE M



L'élément *1* sur lequel s'articule le cliquet *2* reçoit un mouvement de rotation depuis un engrenage constitué des roues *3*, *4*, *5*. La vitesse angulaire de rotation de l'élément *1* est supérieure à celle de l'entraîneur *7* monté rigidement sur l'arbre *13* tournant autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet *2* subit périodiquement l'action du profil *b — b* de la came *8* fixée sur le support. Lorsque la came *8* entre en contact avec le profil *b — b*, le cliquet *2* désengrène de la roue à rochet *9* et imprime à la roue dentée *10* un mouvement au moyen d'un manchon de marche libre constitué des éléments *7* et *11*. Dès que le cliquet *2* désengrène de la came *8*, il entre aussitôt en prise avec la roue à rochet *9* sous l'action du ressort *12*, imprimant à la roue *10* une vitesse considérable. On obtient un nombre constant de tours de la roue *10* en faisant désengrener le cliquet *2* de la roue à rochet *9* et en le fixant au moyen d'un arrêtoir qu'on introduit dans le trou *a*.

448	MÉCANISME À ROCHET, À LEVIERS ET ENGRENAGE, AVEC ÉLÉMENT ÉLASTIQUE	RE M



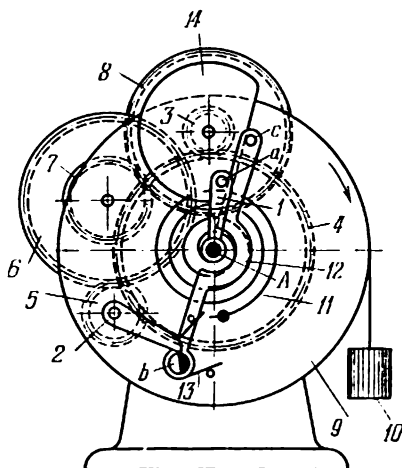
Lorsque la roue menante *1* rigidement liée au rochet *2* tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens de la flèche, la roue menée *5* tourne autour d'un axe fixe *B* dans le sens indiqué sur la figure. Les roues sont toujours en prise grâce au levier *4*, sur lequel sont fixés la roue *3* et le ressort *6*. La roue à cliquet *2* est maintenue dans la position requise à l'aide du cliquet *7* et du ressort *8*. Lorsqu'on tourne le levier *4* dans le sens indiqué sur le dessin, le ressort *9* remet la roue *5* à sa position initiale.

449

MÉCANISME PLANÉTAIRE À ROCHET ET ENGRENAGE, AVEC ÉLÉMENT ÉLASTIQUE

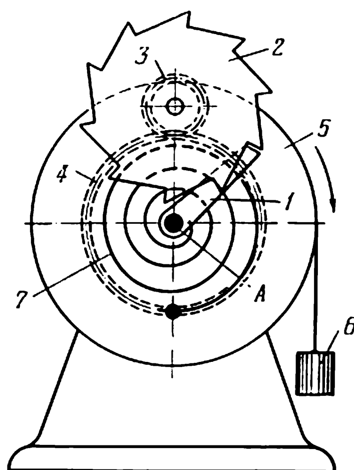
RE

M



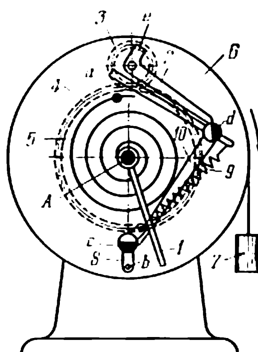
Le disque *9*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action du couple moteur créé par le poids *10*. Le cliquet *2* est relié à l'aide des roues dentées *5*, *6*, *7* et *8* à la roue *3* qui est en prise avec la roue fixe *4*. Le disque *9* joue le rôle de l'entraîneur dans l'engrenage planétaire constitué des roues *3* et *4*. Le ressort *11* est fixé à la roue *4* et à l'élément *1* comportant le goujon *a* qui est en contact avec l'élément *12* portant sur son axe une surface de friction *b*. Sous l'action du ressort *13*, l'élément *12* touche par son goujon *c* l'élément *14* rendu solidaire de la roue dentée *3*. Sollicité par le ressort en spirale *11*, l'élément *1* tourne et imprime le mouvement à l'élément *12*, libérant ainsi le cliquet *2*. Le disque *9* est entraîné en rotation à l'aide du poids *10*. La roue *3* roule sur la roue fixe *4* et effectue un tour autour de son axe, après quoi le cliquet *2* empêche de nouveau le mouvement du mécanisme. Le ressort *11* se tend alors, car lorsque le disque *9* se met à tourner l'élément *1* s'immobilise à l'aide d'un mécanisme qui n'est pas représenté sur la figure.

450	MÉCANISME PLANÉTAIRE À ROCHET ET ENGRENAGE, AVEC ÉLÉMENT ÉLASTIQUE	RE M



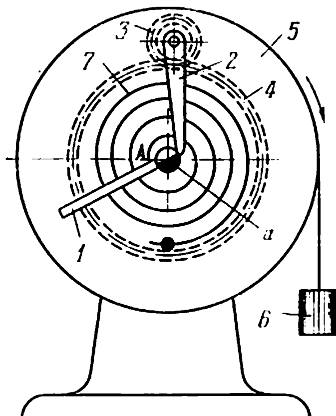
Le disque *5*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action du couple moteur créé par le poids *6*. La roue à rochet *2* est rendue solidaire de la roue dentée *3* qui est en prise avec la roue fixe *4*. Le disque *5* joue le rôle de l'entraîneur dans l'engrenage planétaire constitué des roues *3* et *4*. Le ressort *7* est fixé par une extrémité au disque *5* et par l'autre à l'élément *1*. Sous l'action du ressort *7*, l'élément *1* tourne et désengrène de la roue à rochet *2*. Le disque *5* est mis en mouvement de rotation à l'aide du poids *6*. La roue *3* roule sur la roue fixe *4* jusqu'à ce que la roue à rochet *2* entre en prise avec l'élément *1* qui est préalablement bloqué à l'aide d'un dispositif non représenté sur la figure. En même temps le ressort *7* se tend.

451	MÉCANISME PLANÉTAIRE À ROCHET ET ENGRENAGE, AVEC ÉLÉMENT ÉLASTIQUE	RE M



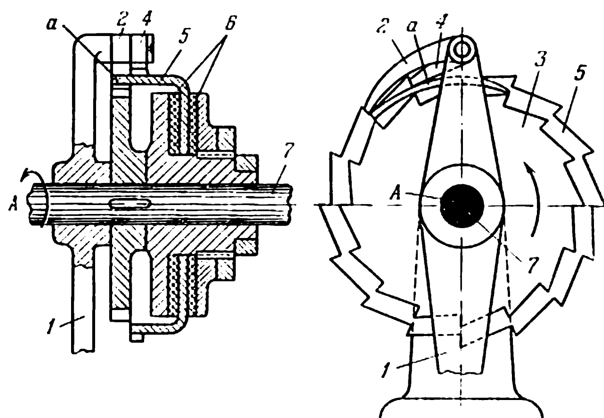
Le disque *6*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action du couple moteur créé par le poids *7*. Le cliquet *2* est rigidement lié à la roue *3* qui est en prise avec la roue fixe *4*. Le ressort *5* est fixé par une extrémité à l'élément *1* et par l'autre au disque *6* qui joue le rôle de l'entraîneur dans l'engrenage planétaire constitué des roues *3* et *4*. Sollicité par le ressort en spirale *5*, l'élément *1* reçoit un mouvement de rotation et agit sur le goujon *b* de l'élément *8*, en faisant tourner ce dernier. Sous l'action du ressort *9*, l'élément *10* tourne d'un petit angle, glisse et sort de la surface de friction *c* de l'élément *8*. La surface de friction *d* tourne en même temps que l'élément *10*, libérant le cliquet *2*. Le disque *6* reçoit un mouvement de rotation et la roue *3*, roulant sur la roue fixe *4*, effectue un tour. Le bras *e* du cliquet *2*, agissant sur le bras *a* de l'élément *10*, entraîne ce dernier en rotation de sorte qu'il vienne à nouveau en contact avec la surface de friction de l'élément *8* préalablement bloqué à l'aide d'un dispositif non représenté sur la figure. Lorsque le disque *6* tourne, le ressort *5* subit une tension. Après un tour de la roue *3*, le cliquet *2* effectue à nouveau le freinage du mouvement du mécanisme.

452	MÉCANISME PLANÉTAIRE À ROCHET ET ENGRENAGE	RE M



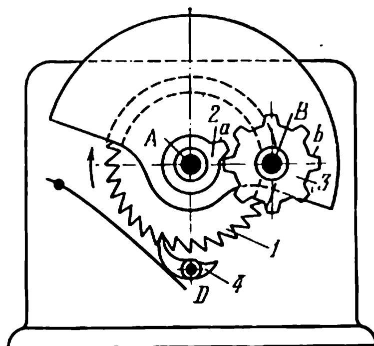
Le disque *5*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action du couple moteur créé par le poids *6*. Le cliquet *2* est solidaire de la roue dentée *3* qui est en prise avec la roue fixe *4*. Le disque *5* joue le rôle de l'entraîneur dans l'engrenage planétaire composé des roues *3* et *4*. L'élément *1* possède une surface de friction *a* au milieu de son diamètre. Le ressort *7* est fixé par une extrémité au disque *5* et par l'autre à l'élément *1*. Sollicité par le ressort *7*, l'élément *1* reçoit un mouvement de rotation. Le cliquet *2* n'est donc plus en contact avec la surface de friction, et le disque *5* se met à tourner. La roue dentée *3* roule sur la roue fixe *4* jusqu'à ce que le cliquet *2* se met en contact avec la surface de friction et arrête le mouvement. Le ressort *7* se tend simultanément, car l'élément *1* est bloqué par un mécanisme non représenté sur la figure.

453	MÉCANISME JUMELÉ À ROCHET AVEC ARBRE MENÉ EFFECTUANT DES ARRÊTS	RE Ar



Le levier *1*, oscillant autour d'un axe fixe *A*, imprime le mouvement de rotation autour de ce même axe à l'arbre *7* et au cliquet *2* qui bute contre les dents de la roue à rochet *3* calée sur l'arbre *7*. Le cliquet *4* articulé sur le levier *1* fait tourner la roue à rochet *5* placée entre les disques de friction *6*. La saillie *a* de la roue *5* désengrène le cliquet *2* de la roue *3* si bien que l'arbre *7* s'immobilise. L'arbre *7* reste en repos tant que la saillie *a* ne dégage pas la dent suivante de la roue à rochet *3*, avec laquelle doit engrener le cliquet *2*.

454	MÉCANISME À ROCHET AVEC ROUE MENÉE EFFECTUANT DES ARRÊTS	RE Ar

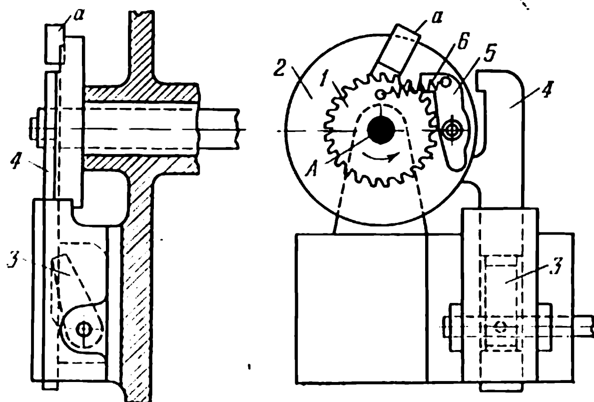


La roue à rochet *1* est mobile autour d'un axe fixe *A*. Lorsque la roue à rochet *1* tourne dans le sens indiqué par la flèche, la roue *2*, munie d'une dent *a* et rigidement reliée à la roue à rochet *1*, entraîne en rotation autour d'un axe fixe *B* la roue *3* comportant huit dents. Lorsque la roue dentée *1* fait huit tours, la roue dentée *3* effectue un seul tour avec huit périodes de mouvement et huit périodes de repos. Le cliquet *4*, mobile autour d'un axe fixe *D*, empêche la rotation de la roue à rochet *1* dans le sens inverse de la flèche.

455

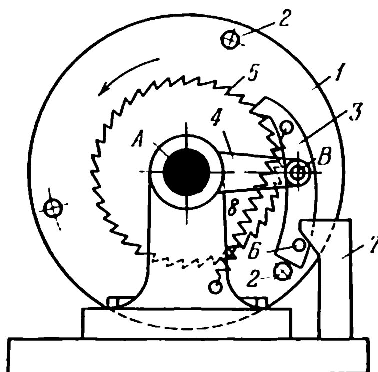
MÉCANISME À ROCHET AVEC DISQUE MENÉ EFFECTUANT DES ARRÊTS

RE
Ar



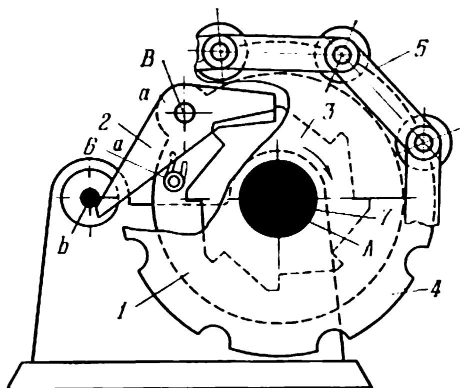
Le mécanisme est destiné à transformer le mouvement rotatif de la roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, en mouvement rotatif du disque *2* autour du même axe avec des arrêts, dont la durée dépend de la rotation du cliquet *3* qui maintient la tige *4* dans la position supérieure. En s'abaissant sous l'effet de la pesanteur, la tige *4* libère le cliquet *5* pivotant autour d'un axe fixé sur le disque *2*. Le cliquet *5*, subissant l'action du ressort *6*, vient en prise avec la roue à rochet *1*. Le disque *2* commence alors à tourner en même temps que la roue à rochet *1*. La saillie *a* du disque *2* déplace la tige *4* vers le haut.

456	MÉCANISME À ROCHET AVEC DISQUE MENÉ EFFECTUANT DES ARRÊTS PROLONGÉS	RE Ar



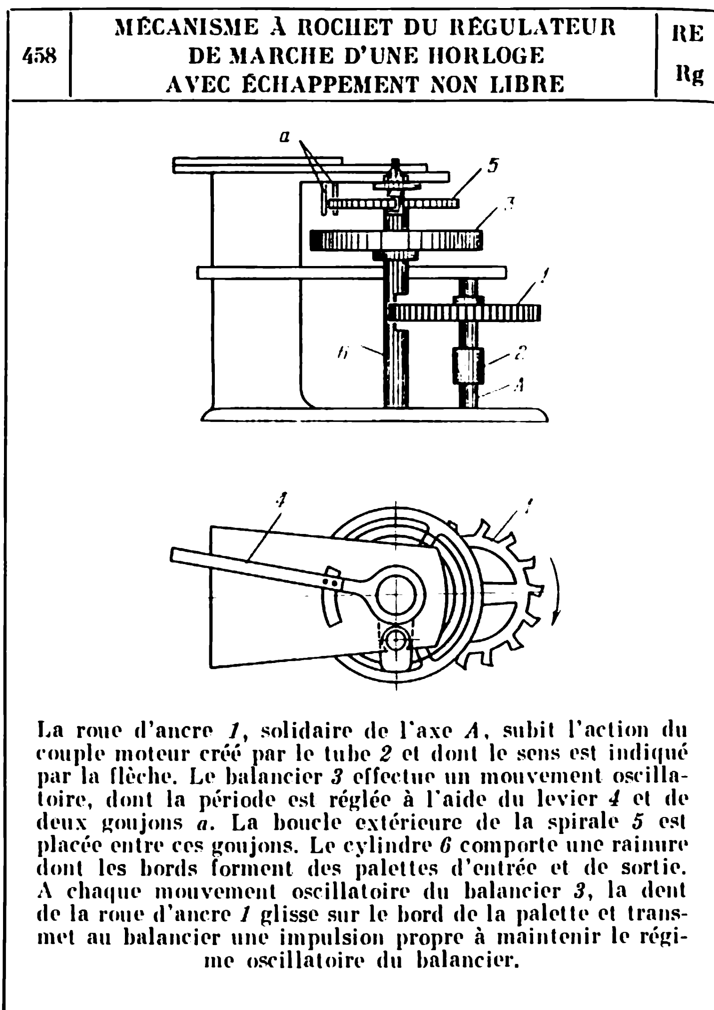
Le disque *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte des fuseaux *2* qui butent contre la queue du cliquet *3* et amènent ce dernier en prise avec la roue à rochet *5* pivotant autour d'un axe *A*, assurant ainsi la rotation de la roue à cliquet *5*. Le fuseau *6*, porté par le cliquet *3*, bute contre le biseau du montant fixe *7* et glisse sur lui. Le cliquet *3* tourne alors autour d'un axe *B* et désengrène de la roue à rochet *5*. Le cliquet *3* revient à sa position initiale à l'aide du ressort *8*.

457	MÉCANISME À ROCHET AVEC CHAÎNE DE CONVOYEUR EFFECTUANT DES ARRÊTS	RE Ar



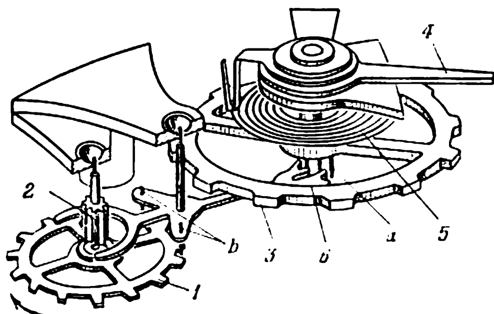
La douille *1* est emmanchée sur l'arbre menant *7* mobile autour d'un axe fixe *A* ; en un point *B* de cette douille s'articule le cliquet *2*. Amené par le ressort *6* en prise avec la roue à rochet *3*, le cliquet *2* commande la rotation du pignon *4*, solidaire de cette roue à rochet, qui imprime le mouvement à la chaîne à rouleaux *5*. Au moment où le cliquet *2* touche le doigt fixe *b*, ce cliquet désengrène de la roue à rochet *3*, et le pignon *4* ainsi que la chaîne *5* restent immobiles tant que le doigt *b* glisse sur le côté *a — a* du cliquet *2*. Le mécanisme trouve son application dans les convoyeurs. Les arrêts périodiques de la chaîne sont utilisés pour charger le convoyeur.

458	MÉCANISME À ROCHET DU RÉGULATEUR DE MARCHE D'UNE HORLOGE AVEC ÉCHAPPEMENT NON LIBRE	RE Rg



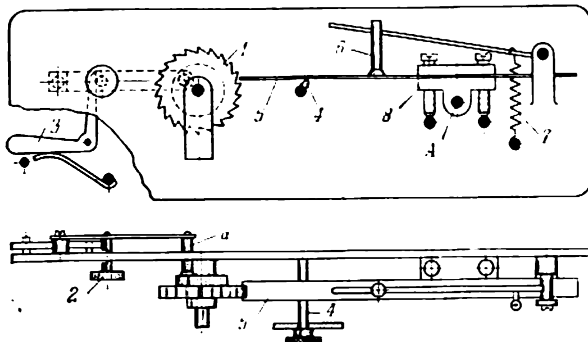
La roue d'ancre *1*, solidaire de l'axe *A*, subit l'action du couple moteur créé par le tube *2* et dont le sens est indiqué par la flèche. Le balancier *3* effectue un mouvement oscillatoire, dont la période est réglée à l'aide du levier *4* et de deux goujons *a*. La boucle extérieure de la spirale *5* est placée entre ces goujons. Le cylindre *6* comporte une rainure dont les bords forment des palettes d'entrée et de sortie. A chaque mouvement oscillatoire du balancier *3*, la dent de la roue d'ancre *1* glisse sur le bord de la palette et transmet au balancier une impulsion propre à maintenir le régime oscillatoire du balancier.

459 | MÉCANISME À ROCHET DU RÉGULATEUR DE DÉTENTE AVEC ÉCHAPPEMENT À ANCRE LIBRE ET CHEVILLES | RE Rg



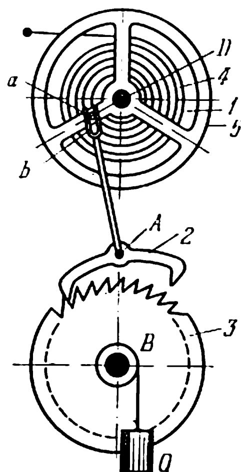
La roue d'ancre *1* subit l'action du couple moteur créé par le tube *2* et dont le sens est indiqué par la flèche. Le balancier *3* effectue un mouvement oscillatoire dont la période peut être réglée dans certaines limites à l'aide du levier *4* agissant sur le ressort en spirale *5*. A chaque mouvement oscillatoire du balancier *3*, le goujon d'impulsion *a* fixé sur le rai du balancier s'engage dans la rainure de la fourche *6* et déplace celle-ci d'une position limite à l'autre. Les goujons *b* de l'ancre *6* laissent tourner la roue d'ancre *1* de la moitié du pas. Lorsque la roue d'ancre *1* tourne de la moitié du pas, la dent de la roue repousse le goujon *b*, imprimant ainsi au balancier *3* une impulsion propre à maintenir le mouvement oscillatoire du balancier *3*.

MÉCANISME À ROCHET DU RÉGULATEUR DE MARCHE AVEC ÉLÉMENT ÉLASTIQUE



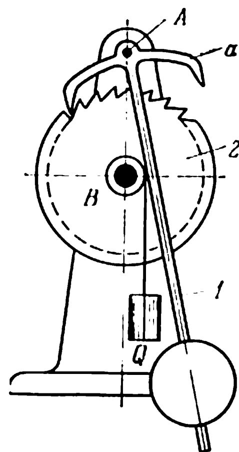
La roue à rochet *1* est mise en mouvement par un mécanisme qui n'est pas représenté sur la figure. Lorsqu'on appuie sur le bouton *2*, le goujon *a* qui freine la roue *1* libère cette dernière, tandis que le levier *3* qui pénètre dans la rainure de l'axe du bouton *2* maintient le goujon *a* écarté. La roue à rochet *1* se met alors à tourner à une vitesse croissante. Après une courte accélération de la roue *1* dont la vitesse ne dépasse toutefois pas la vitesse normale pour l'appareil considéré, la plaque élastique *5* est dégagée par la rotation du levier *4*. Lorsque la plaque *5* entre en contact avec les dents de la roue à rochet *1*, elle commence à osciller. Lorsque la plaque *5* s'écarte vers le bas, elle frappe la dent et freine la roue *1*, tout en recevant une impulsion motrice. Pendant que la plaque *5* fait une oscillation complète, la roue à rochet *1* tourne d'une dent. Le réglage de la période et de l'amplitude d'oscillation de la plaque *5* est réalisé au moyen du damper *6* dont l'extrémité porte un coussinet en feutre. Sollicité par le ressort *7*, le damper est serré contre la plaque *5* dont il modifie la longueur normale. En faisant tourner l'étau *8* par rapport à l'axe fixe *A*, on modifie l'angle de fixation de la plaque *5*.

461	MÉCANISME À ROCHET DU RÉGULATEUR D'ÉCHAPPEMENT À RESSORT	RE Rg



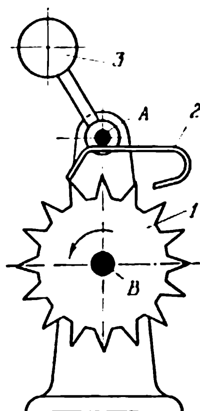
Pendant l'oscillation de la fourche à ancre *2* autour d'un axe fixe *A* due à l'action du ressort en spirale *1*, la roue à rochet *3* mise en mouvement par un couple moteur créé par le poids *Q* tourne autour d'un axe fixe *B* marquant des arrêts périodiques. La fourche à ancre *2* est mise en mouvement par le ressort en spirale *4* qui imprime la rotation au volant *5* mobile autour d'un axe fixe *D* et muni d'un doigt *a* glissant dans une fourche *b*.

462	MÉCANISME À ROCHET DU RÉGULATEUR D'ÉCHAPPEMENT À PENDULE	RE Rg



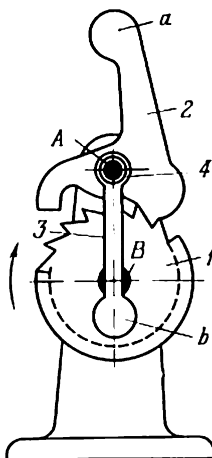
Lorsque le pendule *1* et la fourche à ancre *a* qui en est solidaire oscillent autour d'un axe fixe *A*, la roue à rochet *2* qui subit l'action du couple moteur créé par le poids *Q* tourne autour d'un axe fixe *B* avec des arrêts périodiques.

463	MÉCANISME À ROCHET DU RÉGULATEUR D'ÉCHAPPEMENT DU RÉVEIL-MATIN	RE Rg



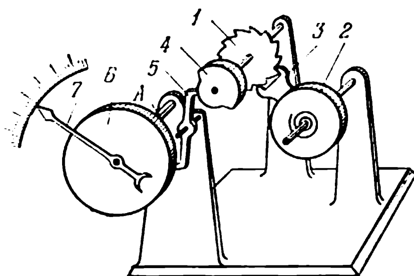
La roue à rochet *1* effectue un mouvement de rotation autour d'un axe fixe *B* dans le sens indiqué par la flèche et la fourche à ancre *2* reçoit un mouvement d'oscillation autour d'un axe fixe *A*, ce mouvement étant utilisé également pour la mise en action du marteau *3* de la sonnette, solidaire de la fourche *2*.

464 | **MÉCANISME À ROCHET DU RÉGULATEUR DE DÉTENTE DE L'OBTURATEUR D'UN OBJECTIF** | RE Rg



Lorsque la roue à rochet *1* tourne autour d'un axe fixe *B* dans le sens indiqué par la flèche, la fourche à ancre *2* effectue un mouvement d'oscillation autour d'un axe fixe *A*. Les poids *a* et *b* maintiennent la fourche *2* en équilibre.

465	MÉCANISME À ROCHET DU TACHYMÈTRE CHRONOMÉTRIQUE	RE ME



Le tachymètre chronométrique destiné à mesurer le nombre de tours en trois secondes de l'arbre à essayer comporte un élément du mécanisme d'horlogerie. Lorsqu'on appuie sur un bouton (non représenté sur la figure), la roue à rochet *1* se met à tourner. La vitesse de rotation de la roue *1* peut être réglée par le balancier *2* comportant le cliquet *3*. L'axe de la roue *1* porte la came *4* qui, après une rotation d'un certain angle, libère le cliquet *5* pour trois secondes de sorte que la roue à rochet *6* et l'aiguille *7*, reliées à l'arbre à essayer par l'arbre *A*, effectuent pendant ces trois secondes une rotation d'un angle correspondant. L'échelle du tachymètre est graduée de manière que l'aiguille *7* indique le nombre de tours pour une minute et non pour trois secondes.

7. Mécanismes d'arrêt, de blocage et de verrouillage (466-475)

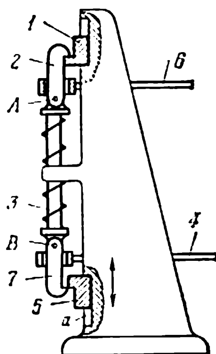
466	MÉCANISME À ROCHET AVEC ARRÊTOIRS À BILLES	RE AV

La rotation de la monture *1* autour d'un axe fixe *A* n'est possible que dans le sens indiqué par la flèche. Lorsque la monture tourne en sens inverse, ces billes se coincent dans les encoches cunéiformes *a*.

467	MÉCANISME À ROCHET DE L'ARRÊTOIR DOUBLE	RE AV

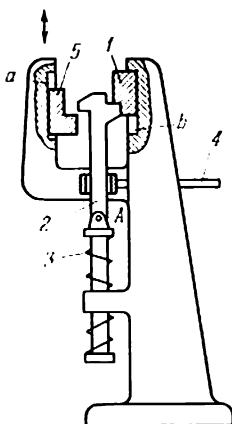
L'élément *1* est maintenu dans la position représentée sur la figure par le cliquet *2* et par le ressort *3*. L'élément *5* effectue un mouvement de translation dans un guidage *a*. Lorsque le cliquet *2*, mis en rotation autour de l'axe *A* à l'aide du levier *4*, change de position, l'élément *5* s'arrête et l'élément *1* reçoit un mouvement de translation dans un guidage fixe *b*.

468	MÉCANISME À ROCHET DE L'ARRÊTOIR DOUBLE	RE AV



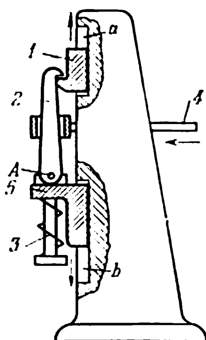
L'élément *1* est maintenu dans la position représentée sur la figure par le cliquet *2* et par le ressort *3*. L'élément *5* effectue un mouvement de translation dans un guidage fixe *a*. En faisant tourner les cliquets *2* et *7* autour des axes *A* et *B*, on peut libérer ou bloquer séparément chacun des éléments *1* et *5* à l'aide des leviers *6* et *4*.

469	MÉCANISME À ROCHET DE L'ARRÊTOIR DOUBLE	RE AV



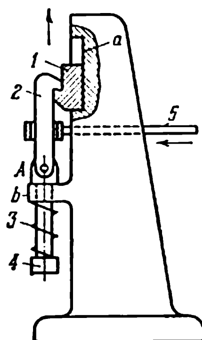
L'élément *1* est maintenu dans la position représentée sur la figure par le cliquet *2* et par le ressort *3*. L'élément *5* effectue un mouvement de translation dans un guidage fixe *a*. Lorsqu'on fait tourner le cliquet *2* autour d'un axe *A* à l'aide du levier *4*, l'élément *5* s'arrête, tandis que l'élément *1* reçoit un mouvement de translation dans un guidage *b*.

470	MÉCANISME À ROCHET DE L'ARRÊTOIR DOUBLE	RE AV



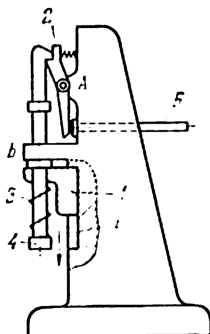
Les éléments *1* et *5* sont maintenus dans la position représentée sur la figure par le cliquet *2* et par le ressort *3*. Lorsqu'on fait tourner le cliquet *2* autour d'un axe *A* à l'aide du levier *4*, les éléments *1* et *5* se déplacent dans les guidages fixes *a* et *b* dans les sens indiqués par les flèches.

471	MÉCANISME À ROCHET DE L'ARRÊTOIR	RE AV



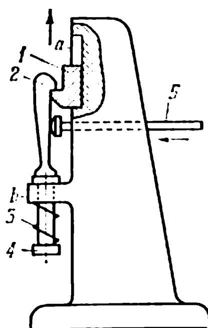
L'élément *1* est animé d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a*. Le ressort *3* se tend au moment où l'élément *1* se déplace dans le sens indiqué par la flèche. Lorsqu'on fait tourner le cliquet *2* autour d'un axe *A* à l'aide de l'élément *5*, le ressort *3* ramène à l'état initial l'élément *4* animé d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *b*.

472	MÉCANISME À ROCHET DE L'ARRÊTOIR	RE AV



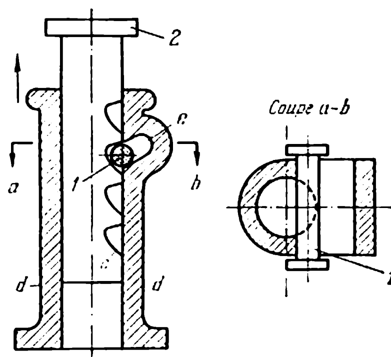
L'élément *1* se déplace d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a*. Le ressort *3* se comprime au moment où l'élément *1* se déplace dans le sens indiqué par la flèche. Lorsqu'on fait tourner le cliquet *2* autour d'un axe *A* à l'aide de l'élément *5*, le ressort *3* déplace l'élément *4* animé d'un mouvement de translation de même sens dans un guidage fixe *b*.

473	MÉCANISME À ROCHET DE L'ARRÊTOIR	RE AV



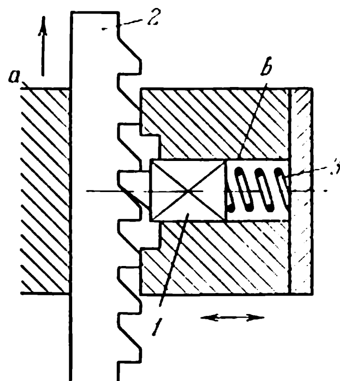
L'élément *1* effectue un mouvement de translation dans un guidage fixe *a*. Le ressort *3* se comprime au moment où l'élément *1* se déplace dans le sens indiqué par la flèche. Lorsque le cliquet *2*, se présentant sous la forme d'un ressort plat, est dégagé par l'élément *5*, le ressort *3* ramène à l'état initial l'élément *4* animé d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *b*.

474	MÉCANISME À ROCHET ET CRÉMAILLÈRE AVEC ARRÊTOIR CYLINDRIQUE	RE AV



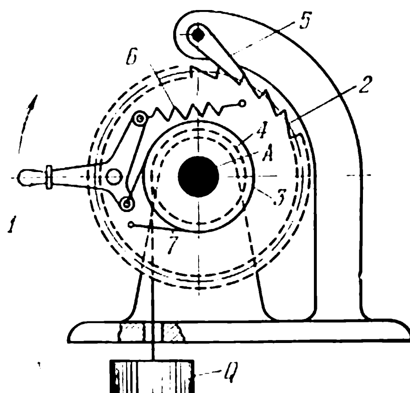
La crémaillère ronde *2* coulissant dans un guidage fixe *d — d* comporte des encoches *c* qui reçoivent l'arrêtoir cylindrique *1*. Le montant du mécanisme possède une encoche *e*. Le mouvement de translation de la crémaillère *2* n'est possible que dans le sens indiqué par la flèche. Lorsque la crémaillère *2* se déplace dans le sens inverse de la flèche, l'arrêtoir *1* coince la crémaillère.

475	MÉCANISME À ROCHET ET CRÉMAILLÈRE AVEC ARRÊTOIR PRISMATIQUE	RE AV



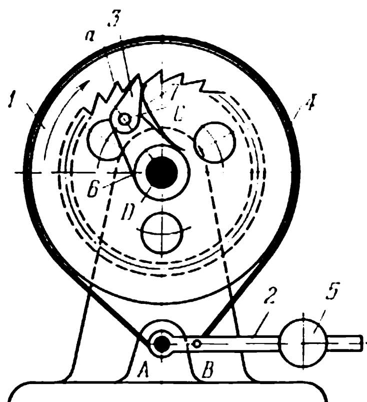
La crémaillère à rochet *2* glisse dans un guidage fixe *a*. L'arrêtoir prismatique *1* glisse dans un guidage fixe *b*. L'arrêtoir *1*, sollicité par le ressort *3*, est serré en permanence contre les dents de la crémaillère à rochet *2* ne lui permettant de se déplacer que dans le sens indiqué par la flèche.

476	MÉCANISME À ROCHET DU FREIN À BANDE POUR LEVAGE DE CHARGE	RE Ac



Lorsqu'on tourne la poignée *1* dans le sens indiqué par la flèche, la bande de frein *7* est serrée, et la roue à rochet *2*, la jante de frein *3* et le tambour *4* tournent comme un seul bloc autour d'un axe fixe *A*, assurant le levage de la charge *Q*. Le cliquet *5* laisse tourner librement la roue à rochet *2*. Le ressort *6* assure la tension initiale de la bande. Lorsqu'on abaisse la poignée *1*, le frein est serré sous l'action du poids et le cliquet *5* empêche ce dernier de descendre.

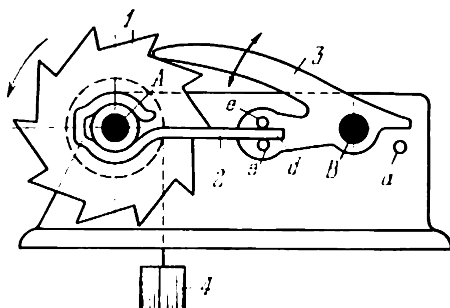
477	MÉCANISME À ROCHET DU FREIN À BANDE	RE Ac



La poulie *1*, comportant un cliquet engrenant intérieurement et mobile autour d'un axe fixe *D*, est embrassée par une bande de frein *4* dont l'extrémité *A* est fixée au montant du mécanisme et l'extrémité *B* au levier *2* pivotant autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet *3* tourne autour de l'axe *C* de la manivelle *6*, laissant tourner librement la roue à rochet *1*. L'effort de freinage est réglé par le déplacement du poids *5* sur le levier *2* tournant autour de l'axe *A*. La rotation de la poulie *1* en sens inverse est bloquée par le levier *6* portant le cliquet *3* serré par le ressort *7*.

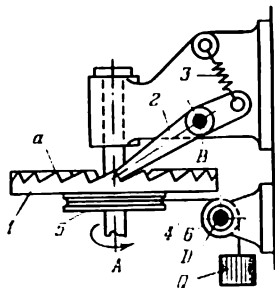
9. Mécanismes des appareils de levage (478-487)

478	MÉCANISME À ROCHET AVEC CLIQUET À RESSORT POUR LEVAGE DE CHARGE	RE AL



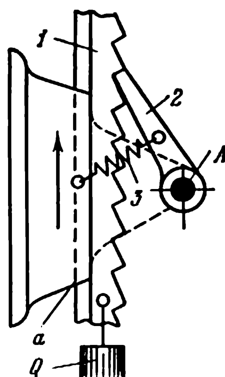
La roue à rochet *1* qui subit l'action du couple moteur créé par le poids *4* tourne autour d'un axe fixe *A*. Le cliquet *3* est animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe fixe *B*. Le ressort plat *2* embrasse le moyeu de la roue *1*, glissant par son extrémité *d* entre les doigts *e* du cliquet *3*. Quand la roue *1* tourne, le ressort *2* tend à tourner le cliquet jusqu'à la butée *a*, amortissant ainsi les chocs entre le cliquet et les dents de la roue *1*.

479	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À ROCHET POUR LEVAGE DE CHARGE	RE AL



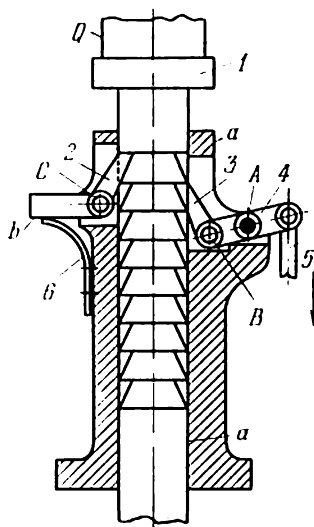
La roue à rochet *1* portant les dents *a* situées sur sa surface frontale et mobile autour d'un axe fixe *A* subit l'action d'un couple extérieur nécessaire au levage de la charge *Q*. La charge *Q* est suspendue par un élément flexible *4* passé autour de la poulie *6* qui tourne autour d'un axe fixe *D*. L'élément *4* s'enroule sur la poulie *5* rendue solidaire de la roue *1*. La marche arrière de la roue *1* est empêchée par le cliquet 2 tournant autour d'un axe fixe *B*. Le ressort *3* assure l'effort de contact entre le cliquet *2* et la roue *1*.

480	MÉCANISME À ROCHET ET CRÉMAILLÈRE POUR LEVAGE DE CHARGE	RE AL



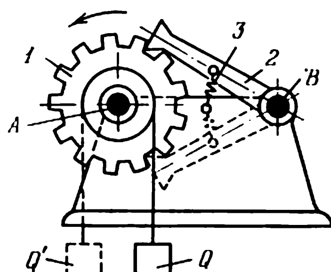
La crémaillère à rochet *1* glissant dans un guidage fixe *a* subit l'action d'une force extérieure nécessaire au levage de la charge *Q*. Lorsque le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec les dents de la crémaillère *1*, cette dernière ne peut se mouvoir que vers le haut. Le ressort *3* assure l'effort de contact entre le cliquet *2* et la crémaillère *1*.

481	MÉCANISME À ROCHET ET CRÉMAILLÈRE DU VÉRIN	RE AL



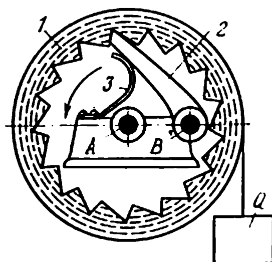
La crémaillère ronde *1* glisse dans un guidage fixe *a*. Le levage de la charge *Q* est réalisé à l'aide de la tige *5* qui met le levier *4* en mouvement d'oscillation autour d'un axe fixe *A*. Le levier *4* constitue un couple de rotation *B* avec le cliquet *3* qui, en butant contre les dents rondes de la crémaillère *1*, déplace cette dernière vers le haut. La crémaillère *1* ne peut faire marche arrière en raison du cliquet *2*, pivotant autour d'un axe *C*, dont la queue *b* est serrée par le ressort *6*.

482	MÉCANISME À ROCHET POUR LEVAGE DE CHARGE	RE AL



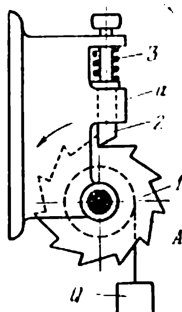
La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action d'un couple extérieur nécessaire au levage de la charge *Q*. Lorsque le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*, engrène avec les dents de la roue *1*, cette dernière ne peut tourner que dans le sens indiqué par la flèche. Le ressort *3* assure l'effort de contact entre le cliquet *2* et la roue *1*. Si l'on fait passer la charge *Q* à la position *Q'*, le cliquet *2* doit prendre la position représentée par un trait discontinu.

483	MÉCANISME À ROCHET POUR LEVAGE DE CHARGE	RE AL



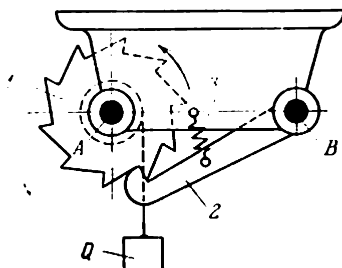
La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action d'un couple extérieur nécessaire au levage de la charge *Q*. Lorsque le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*, engrène avec les dents de la roue *1* situées sur sa surface intérieure, la rotation de cette dernière n'est possible que dans le sens indiqué par la flèche. Le ressort *3* assure l'effort de contact entre le cliquet *2* et la roue *1*.

484	MÉCANISME À ROCHET POUR LEVAGE DE CHARGE	RE AL



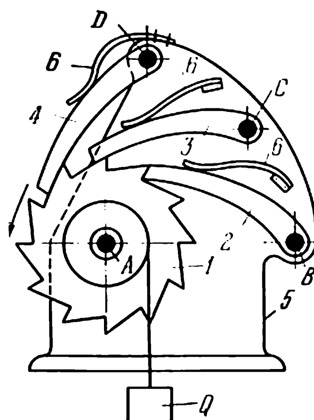
La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action d'un couple extérieur nécessaire au levage de la charge *Q*. Lorsque le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*, engrène avec les dents de la roue *1* situées sur sa surface intérieure, la rotation de cette dernière n'est possible que dans le sens indiqué par la flèche. Le ressort *3* assure l'effort de contact entre le cliquet *2* et la roue *1*.

485	MÉCANISME À ROCHET POUR LEVAGE DE CHARGE	RE AL



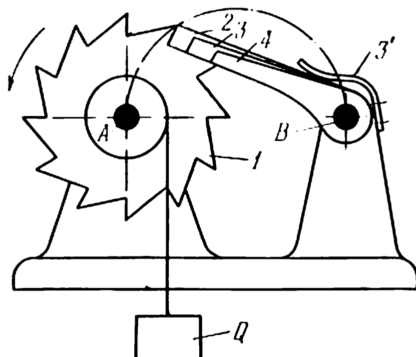
La roue à rochet *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, subit l'action d'un couple extérieur nécessaire au levage de la charge *Q*. Lorsque le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*, engrène avec les dents de la roue *1*, la rotation de cette dernière n'est possible que dans le sens indiqué par la flèche. Le ressort *3* assure l'effort de contact entre le cliquet *2* et la roue *1*.

486	MÉCANISME À ROCHET AVEC TROIS CLIQUETS POUR LEVAGE DE CHARGE	RE AL



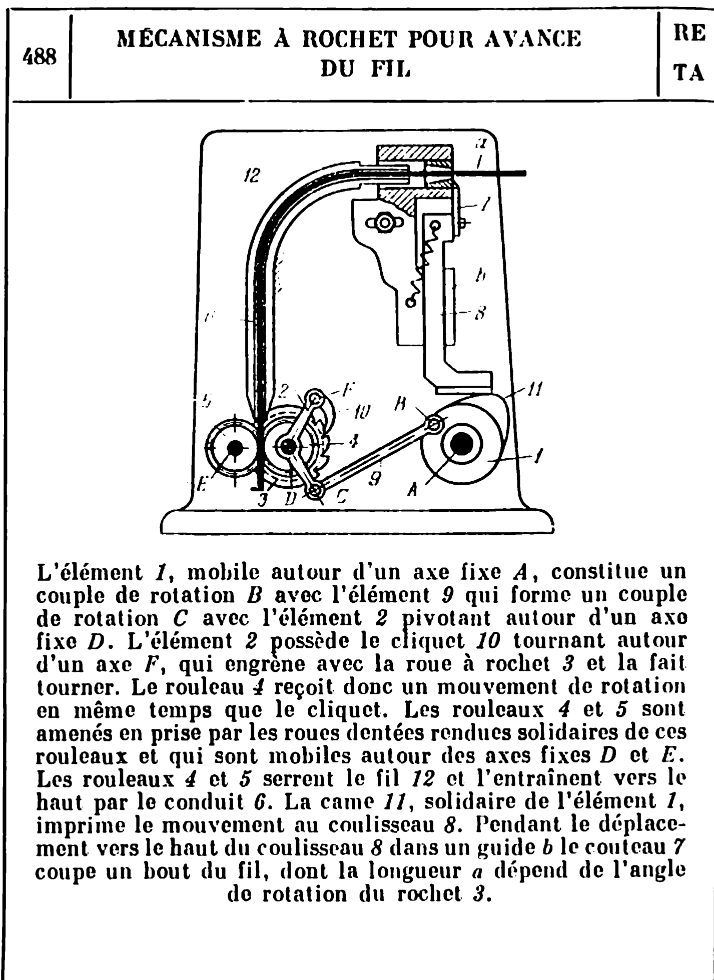
La roue à rochet *1*, soumise à l'action d'un couple constant créé par la charge *Q*, tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens indiqué par la flèche, assurant le levage de la charge *Q*. Les cliquets *2*, *3* et *4* tournent autour des axes fixes *B*, *C* et *D* du montant *5*. Les ressorts *6* assurent l'effort de contact entre les cliquets et la roue à rochet *1*. Les longueurs des parties où les cliquets *2*, *3* et *4* sont en contact avec les dents de la roue à rochet *1* se diffèrent de 1/3 du pas d'engrenage. La présence de trois cliquets revient à tripler le nombre de dents de la roue à rochet *1*. La rotation de la roue *1* n'est possible que dans le sens indiqué par la flèche.

487	MÉCANISME À ROCHET AVEC TROIS CLIQUETS POUR LEVAGE DE CHARGE	RE AL



La roue à rochet *1*, soumise à l'action d'un couple constant créé par la charge *Q*, tourne autour d'un axe fixe *A* dans le sens indiqué par la flèche, assurant le levage de la charge *Q*. Les cliquets *2*, *3* et *4* tournent autour d'un axe fixe commun *B*. Le ressort *3'* assure l'effort de contact entre les cliquets et la roue *1*. Les longueurs des parties où les cliquets *2*, *3* et *4* sont en contact avec les dents de la roue à rochet *1* se diffèrent de 1/3 du pas d'engrenage. La présence de trois cliquets revient à tripler le nombre de dents de la roue à rochet *1*. La rotation de la roue *1* n'est possible que dans le sens indiqué par la flèche.

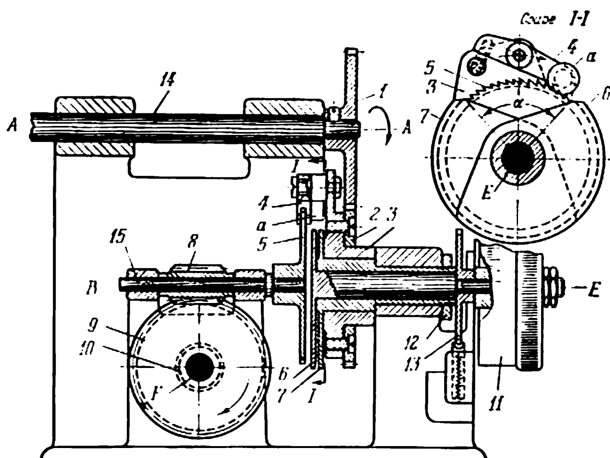
10. Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation (488-492)



488	MÉCANISME À ROCHET POUR AVANCE DU FIL	RE TA

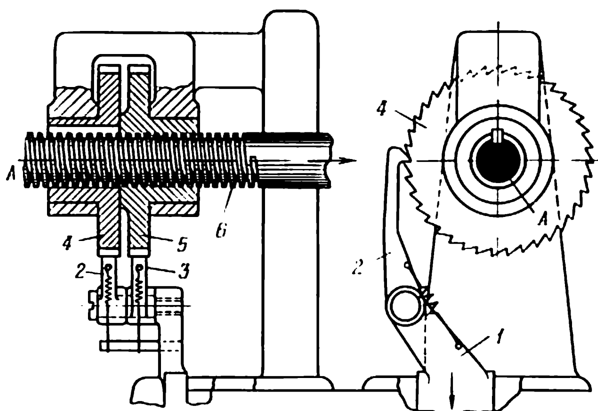
L'élément *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, constitue un couple de rotation *B* avec l'élément *9* qui forme un couple de rotation *C* avec l'élément *2* pivotant autour d'un axe fixe *D*. L'élément *2* possède le cliquet *10* tournant autour d'un axe *F*, qui engrène avec la roue à rochet *3* et la fait tourner. Le rouleau *4* reçoit donc un mouvement de rotation en même temps que le cliquet. Les rouleaux *4* et *5* sont amenés en prise par les roues dentées rendues solidaires de ces rouleaux et qui sont mobiles autour des axes fixes *D* et *E*. Les rouleaux *4* et *5* serrent le fil *12* et l'entraînent vers le haut par le conduit *6*. La came *11*, solidaire de l'élément *1*, imprime le mouvement au coulisseau *8*. Pendant le déplacement vers le haut du coulisseau *8* dans un guide *b* le couteau *7* coupe un bout du fil, dont la longueur *a* dépend de l'angle de rotation du rochet *3*.

489	MÉCANISME À ROCHET POUR AVANCE RÉGLABLE	RE TA



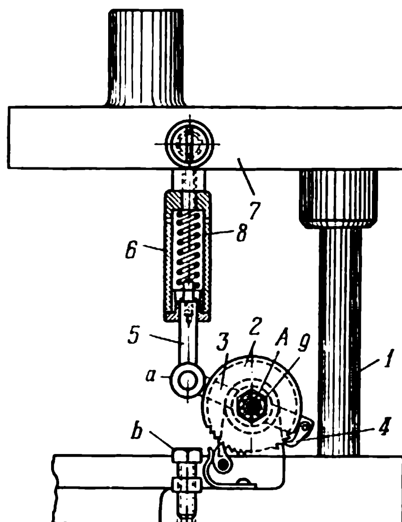
L'arbre *14* qui tourne autour d'un axe fixe *A* imprime le mouvement au cliquet *4* à l'aide des roues dentées *1*, *2* et du disque *3*. Le cliquet *4* portant sur son axe le rouleau *a* bute contre les dents de la roue à rochet *5* pivotant autour d'un axe fixe *B* et fait tourner cette dernière en même temps que l'arbre *15* jusqu'à ce que le rouleau *a* commence à se déplacer sur les cames *6* et *7* qui tournent autour d'un axe fixe *E*. Lorsque l'arbre *15* tourne, le mouvement est transmis au moyen du couple hélicoïdal *8* et *9* à la vis d'avance *10* pivotant autour d'un axe fixe *F*. La valeur de l'avance du chariot est fonction de la position des cames *6* et *7*. Lorsque le secteur α de la roue à rochet *5* augmente, la valeur de l'avance pour un tour du disque *3* augmente aussi, et lorsque le secteur diminue, la valeur de l'avance diminue respectivement. On règle la valeur de l'avance par le limbe *11* en tournant la came *6* par rapport à la came *7*. La roue dentée *13*, tournant en même temps que le limbe *11*, est bloquée dans la position requise. Le nombre de graduations du limbe *11* correspond au nombre de dents de la roue *13* et de la roue à rochet *5*. Le moment initial de l'avance est déterminé par la rotation de la came *7* bloquée à l'aide de l'écrou *12*.

MÉCANISME DIFFÉRENTIEL À ROCHET POUR AVANCE INTERMITTENTE



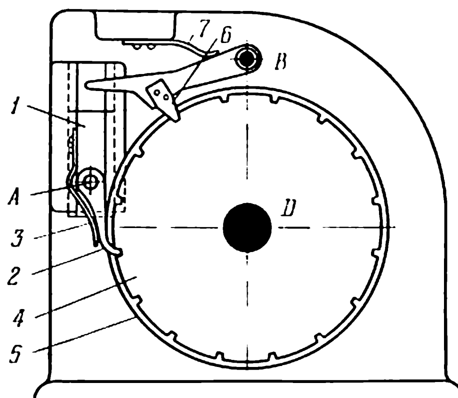
Lorsque le coulisseau *1* se déplace dans le sens indiqué par la flèche, les cliquets *2* et *3*, butant contre les dents des roues à rochet *4* et *5* mobiles autour d'un axe fixe *A*, les font tourner d'une dent. Le nombre de dents de la roue à rochet *4* est égal au nombre de dents de la roue à rochet *5* moins une dent. La vis d'avance *6* est jointe à la roue à rochet par une clavette coulissante, et elle constitue avec la roue à rochet *5* un couple hélicoïdal. Si l'on désengrène le cliquet *3*, le déplacement axial de la vis d'avance *6* sera égal à zéro. Si l'on désengrène le cliquet *2*, le déplacement axial de la vis *6* sera proportionnel à l'angle de rotation de la roue *5*. Si les deux cliquets *2* et *3* sont en prise, le déplacement de la vis sera proportionnel à la différence entre les angles de rotation des roues *4* et *5*.

491	MÉCANISME À ROCHET POUR AVANCE AUTOMATIQUE	RE TA



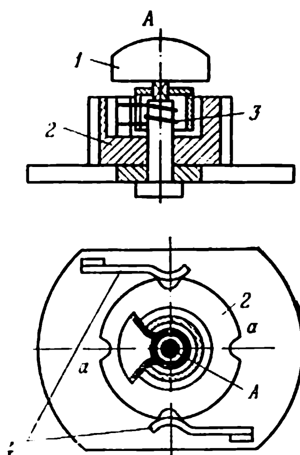
Lorsque la traverse 7 s'abaisse, le cliquet 4, mis en mouvement par les leviers 3 et 5, glisse sur les dents de la roue à rochet 2 mobile autour d'un axe fixe A. Le poinçon 1 s'abaisse alors et l'arbre 9 reste immobile. Au moment du contact de la charnière a avec la butée réglable b, le ressort 8 commence à se serrer. Pendant le mouvement de retour du poinçon 1, le levier 5 ne commencera à se déplacer qu'après le desserrage du ressort à la longueur initiale. Ensuite, le cliquet 4, butant contre les dents de la roue à rochet 2, provoque la rotation de cette dernière et de l'arbre 9 et le mécanisme (non représenté sur la figure) avance un nouveau lot de pièces brutes dans la matrice et enlève les pièces finies. Le guidage 6 est rendu solidaire de la traverse 7. Le ressort 8 sert à la mise en marche du mécanisme d'avance à un mouvement déterminé.

492	MÉCANISME À ROCHET POUR AVANCE INTERMITTENTE	RE TA



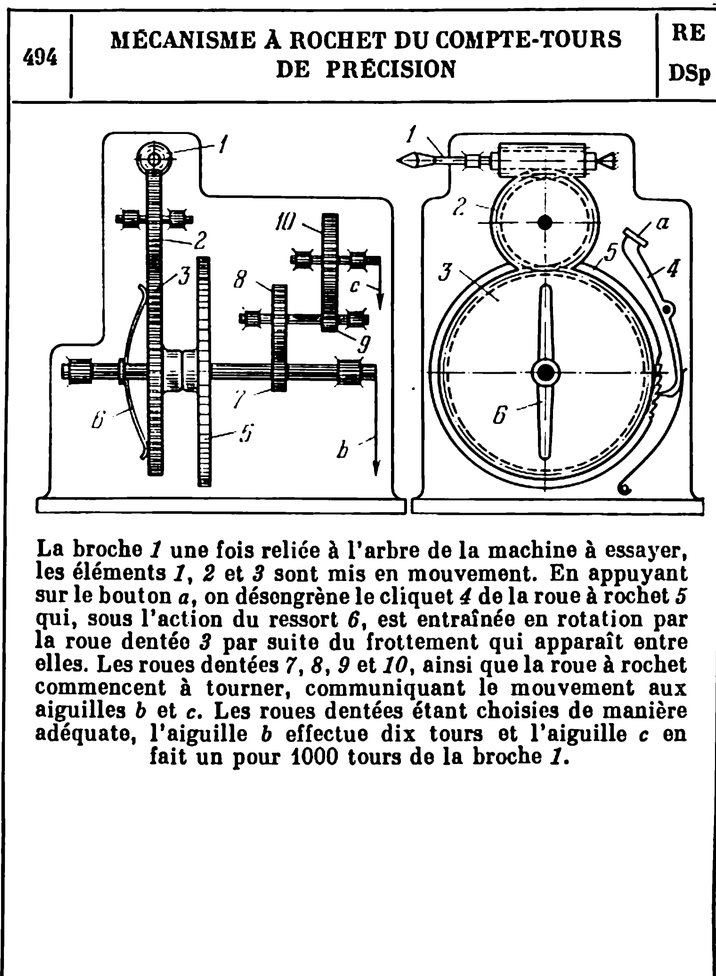
Lorsque le coulisseau *1* se déplace vers le bas, le cliquet *2*, sollicité par le ressort *3*, s'engage dans les évidements de la roue *4* et fait tourner cette dernière avec le disque d'avance *5* autour d'un axe fixe *D*. L'angle de rotation est fixé par le cliquet *6* pivotant autour d'un axe fixe *B* et sollicité par le ressort *7*. Lorsque le coulisseau *1* se déplace vers le haut, le cliquet *2* sort de l'évidement et son axe *A* relève le cliquet *6*, surmontant la résistance du ressort *7*. Avant que le cliquet *6* ne vienne occuper sa position initiale, le cliquet *2* tourne la roue *4* au cours de sa descente.

493	MÉCANISME DE COMMUTATION À ROCHET	RE CE



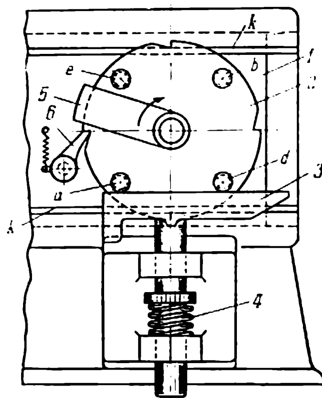
Lorsque l'élément *1* tourne autour d'un axe fixe *A*, l'élément *2* reçoit un déplacement d'une position à l'autre au moyen du ressort *3*, et il est fixé par les cliquets *4* qui s'engagent dans les rainures de l'élément *2*.

12. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux (494-502)



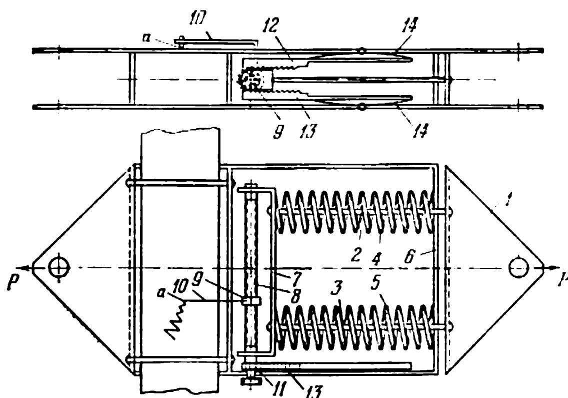
494	MÉCANISME À ROCHET DU COMPTE-TOURS DE PRÉCISION	RE DSp

La broche *1* une fois reliée à l'arbre de la machine à essayer, les éléments *1*, *2* et *3* sont mis en mouvement. En appuyant sur le bouton *a*, on désengrène le cliquet *4* de la roue à rochet *5* qui, sous l'action du ressort *6*, est entraînée en rotation par la roue dentée *3* par suite du frottement qui apparaît entre elles. Les roues dentées *7*, *8*, *9* et *10*, ainsi que la roue à rochet commencent à tourner, communiquant le mouvement aux aiguilles *b* et *c*. Les roues dentées étant choisies de manière adéquate, l'aiguille *b* effectue dix tours et l'aiguille *c* en fait un pour 1000 tours de la broche *1*.



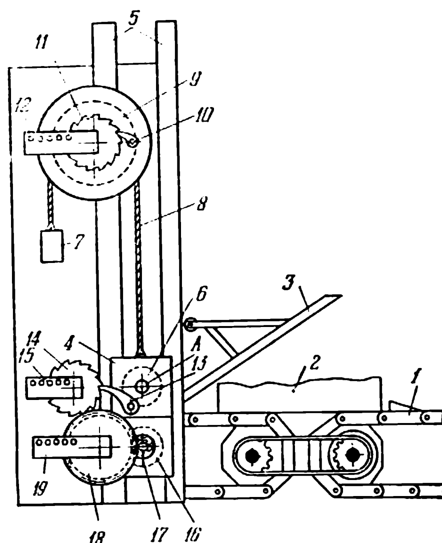
Lorsque le coulisseau *1* comportant la roue à rochet *2* se déplace dans un guidage fixe *k* — *k* vers la gauche, l'élément *3* reste immobile jusqu'au moment où le rouleau *d* du coulisseau *1* désengrène de l'élément *3*. Ensuite, sollicité par le ressort *4*, l'élément *3* prend la position supérieure. Lorsque le coulisseau *1* se déplace vers la droite, le rouleau *d*, butant contre l'élément *3*, provoque la rotation de la roue à rochet *2* comportant le disque *5* (on voit sur la figure une partie du disque) dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que le rouleau *b* déplace l'élément *3* dans sa position inférieure. Les rouleaux *d* et *b* se déplacent alors sur l'élément *3*. Les rouleaux *a*, *d*, *b*, *e* étant disposés à un angle de 90°, le disque *5* tourne d'un angle de 90° pour chaque marche double du coulisseau *1*. Le disque *5* ne tourne que dans le sens des aiguilles d'une montre, car la rotation en sens inverse est empêchée par le cliquet *6* fixé sur le coulisseau *1*.

496	MÉCANISME À ROCHET DU DYNAMOGRAPHE DE TRACTION À RESSORT DE RÉVIAKINE	RE DSp



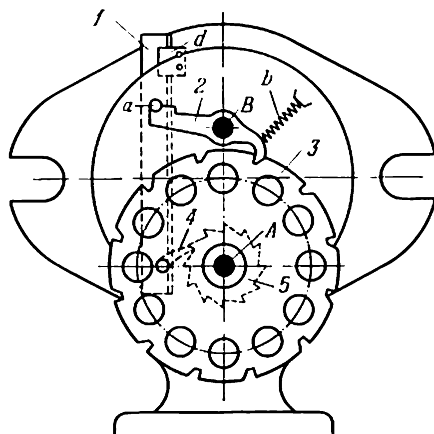
L'effort de traction *P* appliqué à la biellette *1* est transmis à l'aide des tiges *2* et *3* aux ressorts en spirale *4* et *5* situés entre le cadre *6* de l'appareil et le cadre mobile *7*. Le cadre *7* possède la vis *8*, sur laquelle se déplace l'écrou *9* comportant le levier *10* muni d'un crayon *a*. Le crayon *a* se déplace sur le papier dans la direction où agit la force et en même temps perpendiculairement à l'action de la force à l'aide de la roue à rochet *11* serrée des deux côtés par les crémaillères *12* et *13*. Les crémaillères sont fixées au corps par des ressorts à lame plate *14* qui les serrent contre la roue à rochet. Lorsque les ressorts de force *4* et *5* sont serrés, la roue à rochet *11* est entraînée en rotation au moyen de la crémaillère *12*, et lorsqu'ils sont desserrés, au moyen de la crémaillère *13* qui la fait tourner dans le même sens.

497	MÉCANISME À ROCHET DU COMPTEUR AUTOMATIQUE DES TRONCS D'ARBRE POUR ÉLÉVATEURS À CHAÎNES LONGITUDINAUX	RE DSp



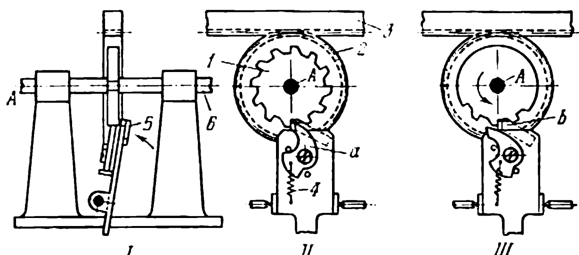
Lorsque le transporteur *1* est en mouvement, le tronc d'arbre *2* se déplace et relève le volet *3* et les coulisseaux *4* qui sont solidaires de ce volet et qui glissent dans les guidages parallèles *5*. L'arbre *6* tourne librement autour de l'axe *A* dans les coulisseaux *4*. Lorsque l'arbre *6* se déplace vers le haut, la charge *7* suspendue par le câble *8* descend et fait tourner le disque *9* dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. La rotation du disque *9* est transmise à l'aide du cliquet *10* et du rochet *11* au compteur *12* qui enregistre la somme des diamètres des troncs d'arbre. Le cliquet *13*, effectuant un mouvement vers le haut en même temps que le coulisseau *4*, transmet son mouvement à l'aide du rochet *14* au compteur *15* qui enregistre le nombre de troncs d'arbre. En passant entre les rouleaux cannelés *6* et *16*, le tronc d'arbre *2* fait tourner l'arbre inférieur *16*. La rotation de l'arbre *16* est transmise à l'aide d'une paire de pignons *17* et *18* au compteur *19* qui enregistre la longueur en mètres des troncs d'arbre. Après le passage de chaque tronc d'arbre, l'arbre *6*, le coulisseau *4* et le volet *3* reviennent à leur position initiale sous l'effet de leur propre poids et ils ramènent le disque *9* à sa position initiale à l'aide du câble *8*.

498	MÉCANISME À ROCHET DU DISQUE À TOURELLE	RE DSp



Le disque à tourelle *3* est mobile autour d'un axe fixe *A*. Lorsque le coulisseau *1* se déplace dans le guidage *d* vers le bas, il agit par la butée *a* sur le cliquet *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*, le fait tourner et libère le disque à tourelle *3*. Le cliquet *4* du coulisseau *1* désengrène en même temps de la roue à rochet *5*, passe à une autre dent et s'engage dans l'encoche de la dent suivante sous l'action d'un ressort plat. Lorsque le coulisseau *1* fait la course arrière, le cliquet *4* provoque la rotation de la roue à rochet *5* d'un pas de dents et fait donc tourner le disque à tourelle d'une division. Une fois dégagé de la butée *a*, le cliquet *2* s'engage dans la rainure du disque *3* à l'aide du ressort *b*, immobilisant ainsi le disque à tourelle.

499	MÉCANISME À ROCHET POUR DÉPLACEMENT DU CHARIOT DE LA MACHINE À ÉCRIRE	RE DSp

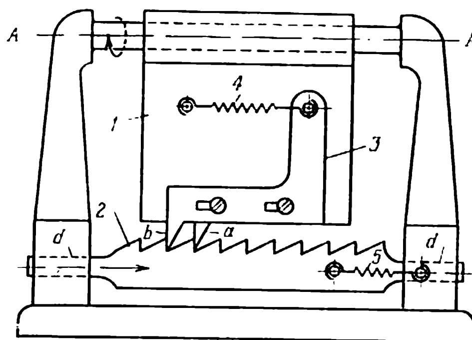


La roue à rochet *1*, calée sur un axe *6* et rendue solidaire de la roue dentée *2* qui engrène avec la crémaillère *3* fixée sur le chariot, subit l'action d'un couple moteur constant et tourne autour d'un axe fixe *A* (voir la fig. II). Lorsque la touche (la pièce *5*) se déplace dans le sens de la flèche (voir la fig. I) le cliquet mobile *a* sort de l'entredent de la roue *1* et le cliquet *b* occupe sa place (voir la fig. III) pour empêcher la roue à rochet de tourner lorsqu'elle se trouve dans cette position. Dès que le cliquet *a* désengrène de la roue *1*, il se met à tourner sous l'action du ressort *4* et occupe la position représentée sur la fig. III. Lorsque la pièce *5* se déplace dans le sens inverse de la flèche (voir la fig. I), le cliquet *b* sort de l'entredent et la roue à rochet *1* est dégagée, mais une fois en rotation cette dernière est entraînée par le cliquet mobile *a*, situé près de la dent suivante. La roue à rochet ne peut donc tourner que d'une division.

500	MÉCANISME À ROCHET DU DISPOSITIF D'ENTRAÎNEMENT D'UN PENDULE	RE DSp

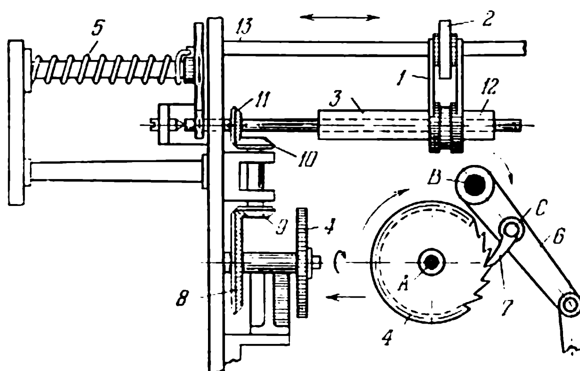
La roue *3* portant les fuseaux *a* est rigidement reliée à la roue à rochet *2* qui tourne autour d'un axe fixe *A* sous l'action de la charge *Q*. Le pendule *1* oscillant autour d'un axe fixe *B* reçoit un écartement à l'aide d'un des fuseaux *a* dans le sens indiqué par la flèche, dégageant ainsi le cliquet *5* du levier oscillant *6* du mécanisme *CDEF* à deux leviers oscillants. Les leviers oscillants *4* et *6* tournent alors autour des axes fixes *F* et *C*. Le cliquet *5* vient en prise avec la roue à rochet *2* qu'il immobilise. Pendant sa marche arrière, le pendule *1* agit par sa saillie supérieure *b* sur la saillie *c* du levier oscillant *4*, soulevant le cliquet *5* et le désengrenant de la roue à rochet *2*. Le fuseau suivant frappe de nouveau la saillie *d* du pendule *1*, inclinant ce dernier dans le sens indiqué par la flèche.

501	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ANCRE DU CHARIOT DE LA MACHINE À ÉCRIRE	RE DSp



Lorsque la plaque *1* effectue un mouvement d'oscillation autour d'un axe fixe *A* — *A* parallèlement au plan normal à la figure, la crémaillère *2*, soumise à l'action du ressort *5*, se déplace vers la droite après que la dent *a* rigidement fixée sur la plaque *1* désengrène de la dent de la crémaillère *2*. Pendant son déplacement vers la droite, la crémaillère *2* entraîne dans son mouvement une plaque angulaire *3* dont la dent *b* reste en prise avec la dent de la crémaillère *2* animée d'un mouvement alternatif dans un guidage fixe *d* — *d*, lorsque la plaque oscille en dehors du plan de la figure. Le ressort *4* ramène la plaque *3* à sa position initiale après que la plaque *1* occupe l'autre position extrême par rapport au plan de la figure au cours de son mouvement d'oscillation, position où la dent *b* désengrène de la dent de la crémaillère *2*.

502	MÉCANISME À ROCHET ET ENGRENAGE DE LA MACHINE À ÉCRIRE	RE DSp



La roue à rochet *4*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est entraînée en rotation par le cliquet *7* pivotant autour de l'axe fixe *C* du levier *6* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. La roue *4* est rendue solidaire de la roue dentée conique *8* qui engrène avec la roue dentée conique *9* rigidement reliée à la roue dentée conique *10*. Cette dernière entre en prise avec la roue dentée conique *11*. La roue *11* est rendue solidaire de l'arbre *3* comportant un filetage qui constitue un couple hélicoïdal avec le chariot *1* glissant le long de l'arbre *13*. L'arbre *13* comporte la roue *2* qui imprime des caractères. Le chariot *1* se déplace vers la droite à l'aide de la roue à rochet *4* déplaçant le papier et des roues dentées coniques. Le ressort *5* se comprime pendant le mouvement du chariot. Le cliquet *7* une fois écarté, le ressort *5* fait tourner l'axe *3* en sens inverse et le chariot *1* revient à sa position initiale.

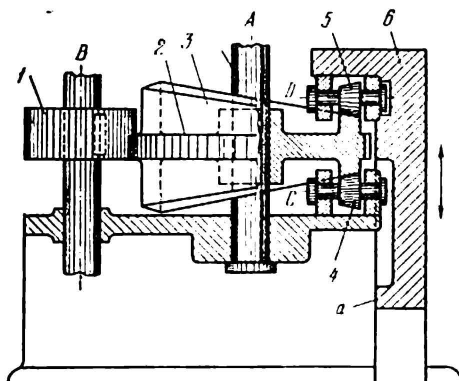
V

Mécanismes à came et engrenage CE

1. Mécanismes à éléments multiples d'usage général M (503-506). 2. Mécanismes avec arrêts Ar (507-510). 3. Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation TA (511-513). 4. Mécanismes des dispositifs de mesure et d essai ME (514-515). 5. Mécanismes servant à tracer les courbes TC (516). 6. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux DSp (517-518).

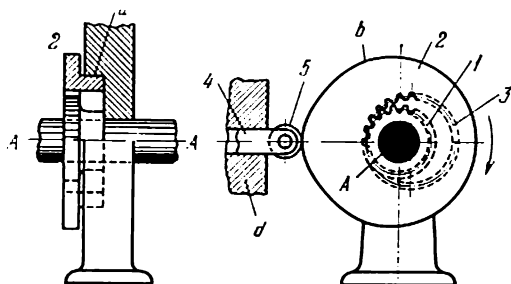
1. Mécanismes à éléments multiples d'usage général (503-506)

503	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À CAME ET ENGRENAGE	CE M



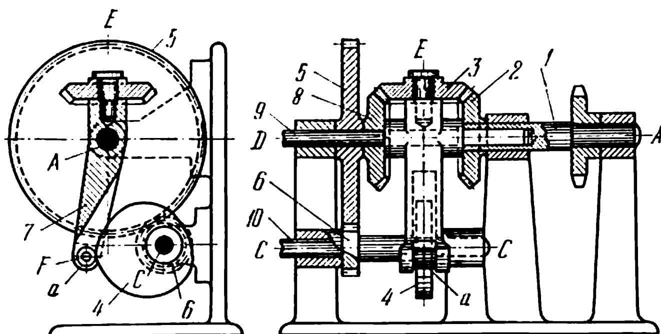
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *B*, vient en prise avec la couronne dentée *2* de la came *3* qui tourne autour d'un axe fixe *A* et le long duquel elle peut glisser. La came *3* se présente sous la forme d'une rondelle avec deux faces obliques qui est en contact avec les rouleaux coniques *4* et *5*. Le rouleau *4* tourne autour de l'axe *C* du montant et le rouleau *5* tourne autour de l'axe *D* du coulisseau *6* glissant dans un guidage rectiligne *a*. Lorsque la roue menante *1* est en mouvement de rotation, la came *3* bute par son profil contre le rouleau *4* et se meut le long de l'axe *A*, déplaçant en même temps le coulisseau mené *6* dans le guidage *a* parallèlement à l'axe *A*. Pour obtenir le mouvement continu du mécanisme, il faut que la largeur des dents de la roue *1* permette la constance d'engrènement avec la couronne dentée *2*.

504	MÉCANISME À CAME ET ENGRENAGE À DENTURE INTÉRIEURE	CE M



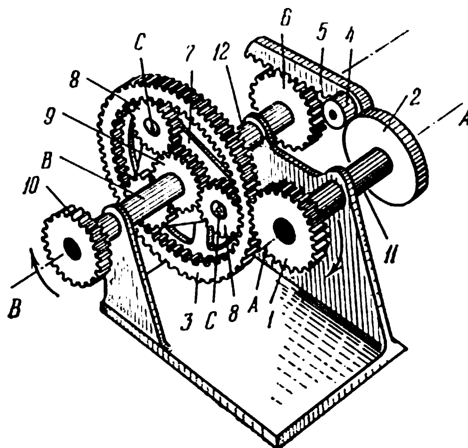
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, vient en prise avec la roue *3* munie de dents situées sur la surface intérieure de la came *2*. La came *2* tournant par rapport à un maneton fixe *a* agit par son profil *b* sur le rouleau *5* du poussoir *4* qui glisse dans un guidage rectiligne *d*. Lorsque la roue menante *1* est en rotation, effectuant n_1 tours par minute, la came *2* tourne, effectuant un nombre n_2 de tours par minute tel que $n_2 = \frac{z_1}{z_2} n_1$, où z_1 et z_2 sont les nombres de dents des roues *1* et *2*. La roue *1* et la came *2* tournent dans le même sens.

505	MÉCANISME DIFFÉRENCIEL FERMÉ À CAME ET ENGRENAGE	CE M



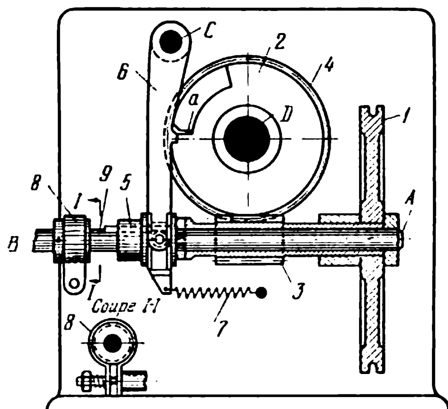
L'arbre *1* tournant autour d'un axe fixe *A* est solidaire de la roue dentée conique *2* qui vient en prise avec la roue conique *3* pivotant autour de l'axe *E* du porte-satellites *7* monté fou sur l'axe *A*. La roue *3* engrène avec la roue conique *8* rigidement reliée à l'arbre *9* qui tourne autour d'un axe fixe *D*. Les roues *2*, *3* et *8* ont le même nombre de dents et constituent avec le porte-satellites *7* un différenciel conique à rapport de transmission i_{28} égal à $i_{28} = -1$. La chaîne fermée du différenciel est composée de la roue dentée *5*, solidaire de l'arbre *9*, qui engrène avec la roue *6* montée sur l'arbre *10*. L'arbre *10* pivote autour d'un axe fixe *C*. La came *4*, solidaire de l'arbre *10*, agit par son profil sur le rouleau *a* mobile autour de l'axe *F* du porte-satellites *7*. Lorsque l'arbre *1* est en mouvement de rotation uniforme, l'arbre *9* reçoit un mouvement de rotation et d'oscillation déterminé par le profil de la came *4*.

506	MÉCANISME À CAME ET ENGRENAGE POUR REPRODUIRE LE MOUVEMENT COMPOSÉ DE L'ÉLÉMENT MENÉ	CE M



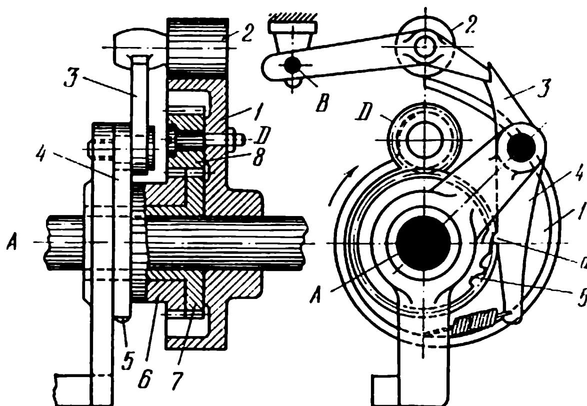
L'arbre menant *11*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est rigidement relié à la roue dentée *1* et à la came *2*. La roue *1* vient en prise avec la roue dentée *3*. La roue *3* engrène avec les satellites *8* qui engrènent à leur tour avec la roue dentée *9* rendue solidaire de l'arbre mené *12* pivotant autour d'un axe fixe *B*. En agissant sur le rouleau *4*, la came *2* déplace la crémaillère *5* qui est en prise avec la roue dentée *6* rigidement reliée à l'arbre *12*. Le porte-satellites *7*, solidaire de l'arbre *12*, constitue des couples de rotation *C* avec les satellites *8*. Lorsque l'arbre *11* est en rotation uniforme, l'arbre *12* ainsi que la roue *10*, solidaire du premier, tournent selon une loi composée définie par le profil de la came *2*.

507	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À CAME ET ENGRENAGE AVEC ARBRE MENÉ MARQUANT DES ARRÊTS	CE Ar



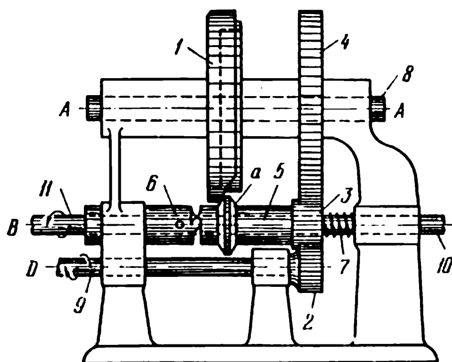
La douille de la vis sans fin *3*, mobile autour d'un axe fixe *A* et mise en mouvement par la poulie *1*, comporte sur sa surface en bout des dents qui viennent en prise avec l'accouplement *5* qui imprime la rotation à l'arbre *9* tournant autour d'un axe fixe *B*. Lorsque la poulie *1* est en rotation, la came *2* reçoit une rotation autour d'un axe fixe *D* à l'aide d'un couple hélicoïdal composé de la vis sans fin *3* et de la roue tangente *4*. Le levier *6*, soumis à l'action du profil *a* de la came *2*, s'écarte périodiquement, se déplaçant à gauche de l'axe fixe *C* et surmontant la résistance du ressort *7*. L'accouplement *5*, joint à l'arbre *9* par une clavette coulissante, se déplace vers la gauche et désengrène de la douille de la vis tangente *3* si bien que l'arbre *9* est animé d'une rotation avec des arrêts. Le frein *8* permet un arrêt instantané de l'arbre *9*.

508	MÉCANISME PLANÉTAIRE À CAME ET ENGRENAGE AVEC LEVIER MENÉ MARQUANT DES ARRÊTS	CE Ar



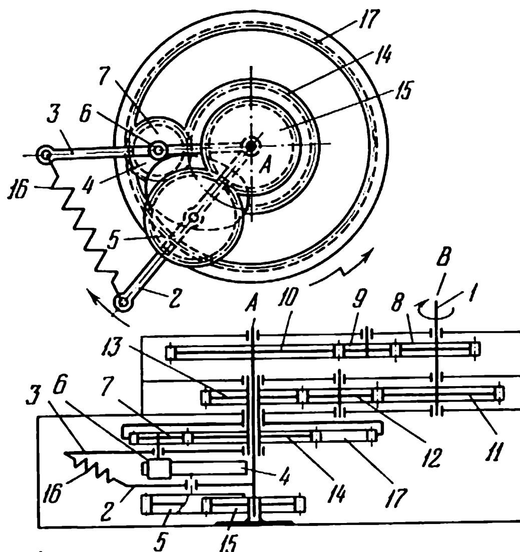
La came *1*, qui imprime le mouvement au levier *2*, reçoit son mouvement de rotation autour d'un axe fixe *A* dans le sens indiqué par la flèche. Le rouleau du levier *2*, mobile autour d'un axe fixe *B*, peut être maintenu à sa hauteur maximale à l'aide du cliquet *3* rigidement relié au levier *4* au moment où sa saillie *a* se déplace sur les saillies de la roue à rochet *5*. La roue *5* reçoit une rotation autour de l'axe fixe *A* en même temps que la douille de la roue *6* autour de la douille de la roue fixe *7* du fait que la roue *6* possède une dent de moins que la roue *7*. La roue *8*, dont l'axe *D* appartient à la came *1*, roule sur la roue *7*. Lorsque la came *1* est en rotation, le levier *2* effectue un mouvement oscillatoire avec des arrêts observés à sa position supérieure, la durée de ces arrêts dépendant du nombre et de la disposition des cavités ménagées sur la roue à rochet *5*.

509	MÉCANISME TRIDIMENSIONNEL À CAME ET ENGRENAGE AVEC ARBRE MENÉ MARQUANT DES ARRÊTS	CE Ar



La came cylindrique *1*, solidaire de l'arbre *8*, tourne autour d'un axe fixe *A — A*. L'entraînement de la came *1* est réalisé par l'arbre *9* mobile autour d'un axe fixe *D*. La roue dentée *2* rigidement reliée à l'arbre *9* vient en prise avec la roue dentée *3* montée folle sur l'arbre *10*. La roue dentée *4* est rendue solidaire de l'arbre *8*. La came *1* agit par son profil sur le rouleau *a* de la douille *5* de la roue *3*. L'arbre *11*, tournant autour d'un axe fixe *B*, est joint à la douille *5* au moyen d'un accouplement à crabots *6*. Lorsque l'arbre menant *9* est en rotation, la came *1* débraye périodiquement l'accouplement *6* et débranche l'arbre mené *11* en l'immobilisant. L'embrayage de l'accouplement *6* est réalisé à l'aide du ressort *7*. La roue *3* est plus large que les roues *2* et *4*.

510	MÉCANISME PLANÉTAIRE À CAME ET ENGRENAGE AVEC ARRÊTS	CE Ar



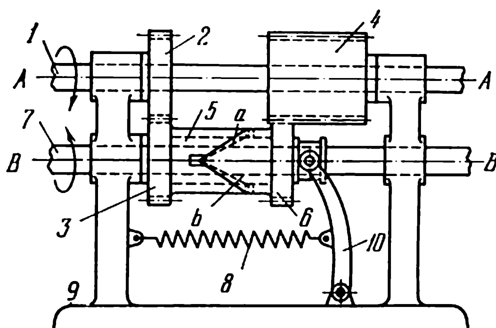
La came *4* et la roue dentée *15* sont fixées sur l'axe du porte-satellites *2*. Le rouleau *6* et la roue *7* sont montés sur l'axe du porte-satellites *3*. Le porte-satellites *2* est mis en mouvement par l'arbre *1* à l'aide des roues *8*, *9*, *10*. La roue *7* est mise en mouvement autour de son axe à l'aide des roues *11*, *12*, *13*, *14* et autour de l'arbre *1* du mécanisme à l'aide de la came *4*. La roue *15* est fixe. L'effort de contact entre la came *4* et le rouleau *6* est assuré par le ressort *16*. Lorsque l'arbre *1* tourne autour d'un axe fixe *B*, la roue *5* roule sur la roue fixe *15* et met en mouvement la came *4*. La roue *7* fait tourner la roue *17* autour d'un axe fixe *A*. La came *4* assure la rotation de la roue *17* avec des arrêts.

3. Mécanismes de triage, d'avance et d'alimentation (511-513)

511	MÉCANISME À CAME ET ENGRENAGE POUR AVANCE DE LA BROCHE	CE TA

Le mouvement de l'arbre *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est transmis à l'arbre *4* pivotant autour d'un axe fixe *B* à l'aide des roues dentées *2* et *3*. L'arbre *4* met en mouvement la broche *7*, qui tourne autour d'un axe fixe *C*, à l'aide des roues dentées *6* et *5*, ainsi que le tambour *10* à l'aide des roues dentées *8* et *9* dont le rapport de transmission est de valeur moins élevée. Par suite de la différence des vitesses angulaires, le tambour *10* tourne autour de la broche *7*. La rainure curviligne intérieure *b* du tambour *10* agit sur le doigt *a* de la douille *11*, entraînant cette dernière ainsi que la broche *7* qui en est solidaire dans le mouvement le long de l'axe *C*.

512	MÉCANISME DENTÉ D'AVANCE AVEC UN ACCOUPLEMENT À CRABOTS	CE TA

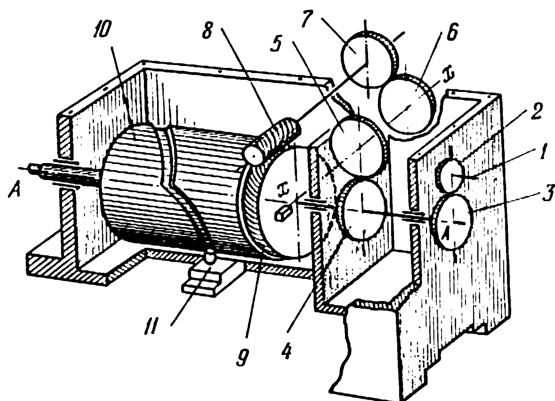


Les roues dentées *2* et *4*, rigidement reliées à l'arbre *1*, tournent autour de l'axe fixe *A — A* de l'arbre *1*. Les roues *2* et *4*, qui n'ont pas le même nombre de dents, engrènent avec les roues *3* et *6*. La roue *3*, montée folle sur l'arbre *7* tournant autour d'un axe fixe *B — B*, est reliée à l'accouplement *5* portant une rainure cunéiforme *a*. La roue *6*, solidaire de l'arbre menant *7*, s'engage par sa saillie cunéiforme *b* dans la rainure de l'accouplement *5*. Les vitesses de rotation des roues *3* et *6* n'étant pas égales, l'arbre mené *7* tourne, tout en se déplaçant d'un mouvement alternatif dans le guidage du bâti *9*. Le levier *10* et le ressort *8* assurent l'effort de contact entre les éléments du mécanisme.

513

MÉCANISME À CAME ET ENGRENAGE POUR AVANCE D'UNE TÊTE

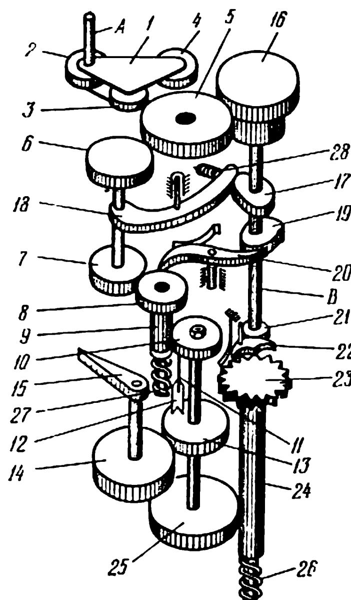
CE
TA



L'arbre menant *1* imprime le mouvement de rotation à l'arbre *10* autour d'un axe fixe *A — A* à l'aide des roues dentées *2* et *3*, des roues hélicoïdales *4* et *5*, des roues dentées de rechange *6* et *7* et d'un couple hélicoïdal *8* et *9*. Lorsque le tambour *10* est en rotation, sa rainure curviligne agit sur le doigt du bâti *11*, ce qui permet au tambour *10*, ainsi qu'à la tête portant des roues dentées d'effectuer un mouvement de translation suivant l'axe *A — A*.

4. Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai (514-515)

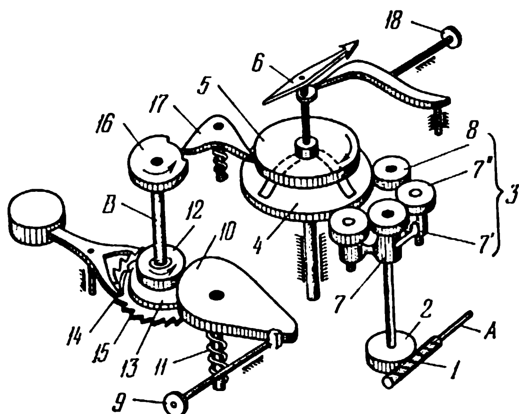
514	MÉCANISME À CAME ET ENRGENAGE DU TACHYMÈTRE D'HORLOGE	CE ME



L'arbre d'admission *A* transmet la rotation à la roue dentée *5* à l'aide du redresseur *1*; cette rotation a toujours lieu dans le même sens (lorsque la roue *2* tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, la roue *5* engrène avec la roue *4* et lorsque la roue *2* tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, la roue *5* engrène avec la roue *3*). La roue *5* provoque la rotation de la roue *16* du mécanisme d'horlogerie et en même temps celle de la roue *6* de l'organe de transmission.

Lorsque la roue *5* tourne, le ressort du mécanisme d'horlogerie est remonté de manière continue. Le mécanisme d'horlogerie est réglé de manière que l'arbre de distribution *B* sur lequel sont montées les cames *17*, *19* et *21* effectue un tour par seconde. Pendant la première moitié de la période, le levier *18* prend sous l'action de la came *17* la position où les roues *7* et *8* sont en prise et le cliquet *20* est desserré et écarté de la roue *8* par la came *19*. L'aiguille *15* reçoit le mouvement à l'aide des roues *7*, *8*, *9*, *10*, des goujons *11*, *12* et des roues *13*, *14* (la roue *13* est montée folle sur l'axe). L'aiguille *15* tourne d'un angle proportionnel à l'angle de rotation de l'arbre à essayer pour 1/2 seconde. Les ressorts *26* et *27* sont alors remontés. Pendant l'autre moitié de la période, le levier *18* écarte l'axe des roues *6* et *7* sous l'action du ressort serré *28*. Pendant ce temps, l'aiguille *15* et les roues *13*, *14*, *24*, *25*, *23* restent immobiles, car le cliquet *22* en butant contre les dents de la roue à rochet *23* empêche la rotation de cette dernière. Les roues *8*, *9*, *10* ainsi que le goujon *11* reviennent à l'état initial sous l'action du ressort *27*. Si la vitesse angulaire de l'arbre à essayer durant la deuxième période et durant toutes les périodes suivantes de travail du tachymètre reste invariable, le goujon *11* de la roue *10* s'approche tout contre le goujon *12* de la roue *13* et l'aiguille *15* reste immobile. Si la vitesse angulaire de l'arbre à essayer diminue, le goujon *11* de la roue *10* n'atteint pas le goujon *12* de la roue *13* et pendant que le cliquet *22* s'écarte de la roue *23* (le cliquet *20* engrène pendant ce temps avec la roue *8*) l'aiguille *15*, subissant l'action du ressort *26*, tourne en sens inverse tant que le goujon *12* ne bute contre le goujon fixe *11* de la roue *10*. Si la vitesse angulaire de l'arbre à essayer augmente, le goujon *11* de la roue *10* bute contre le goujon *12* de la roue *13* et provoque la rotation de cette dernière ainsi que de l'aiguille *15* qui s'écarte d'un angle plus grand. Le ressort *26* reçoit alors une tension complémentaire. De cette façon, chaque nouvelle valeur de la vitesse angulaire de l'arbre à essayer est enregistrée par l'aiguille *15*.

515	MÉCANISME À CAME ET ENGRENAGE DU TACHYSCOPE	CE ME



L'arbre *A* est entraîné dans le mouvement à l'aide de l'arbre de l'objet à essayer. La roue dentée *4* reçoit une rotation à l'aide d'un couple hélicoïdal *1* et *2* et d'un redresseur *3*. La roue *4* est reliée par friction à la roue à rochet *5*, sur l'axe de laquelle est fixée l'aiguille *6*. Le mécanisme est conçu de manière que l'aiguille de l'appareil décline toujours dans le même sens, indépendamment de la direction de rotation de l'arbre à essayer. Lorsque la roue à vis *2* tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, le harnais d'engrenages *7* tourne aussi dans le sens des aiguilles d'une montre et la roue *7'*, engrenant avec la roue *4*, provoque la rotation de cette dernière dans le sens des aiguilles d'une montre. Lorsque la roue à vis *2* tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, le harnais d'engrenages *7* tourne aussi dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et la roue *7"*, engrenant avec la roue *8*, fait tourner la roue *4* cette fois encore dans le sens des aiguilles d'une montre (les roues *7'* et *7"* tournent fou sur le harnais d'engrenages *7*). L'aiguille *6* enregistre la vitesse angulaire de l'arbre à essayer pour une période déter-

minée définie par le mécanisme d'horlogerie. Lorsqu'on appuie sur le bouton *9*, le segment denté *10* s'écarte et fait tourner sous l'action du ressort comprimé *11* la roue dentée *12* portant une rondelle à rochet *13*. Le cliquet *14* qui bute contre une dent de la rondelle à rochet *13* est fixé sur la roue d'ancre *15* du mécanisme d'horlogerie. La roue d'ancre *15* et la rondelle *16*, calées sur l'axe *B*, reçoivent un déplacement angulaire constant pour une unité de temps. Lorsque l'axe *B* est en rotation, la rondelle à rochet *16* agit sur le cliquet *17* et libère la roue *5*. Cette dernière commence à tourner à une vitesse angulaire proportionnelle à celle de l'arbre à essayer. Au bout d'un certain temps, la rondelle à came *16* libère le cliquet *17* et celui-ci bloque la roue *5*. En appuyant sur le bouton *18*, on remet l'aiguille à zéro.

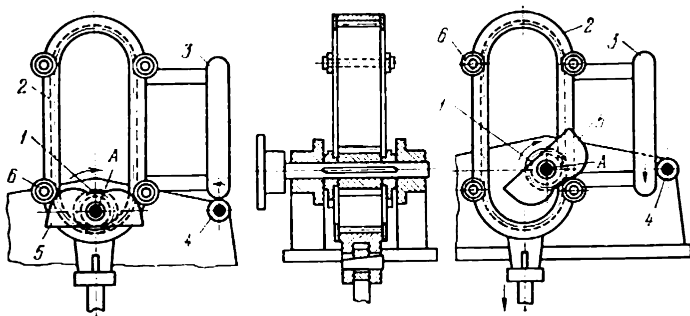
5. Mécanismes servant à tracer les courbes (516)

516	MÉCANISME À CAME ET ENGRENAGE D'UN DISPOSITIF REPRODUCTEUR SERVANT À TRACER UNE COURBE DONNÉE	CE TC

La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, vient en prise avec deux roues dentées égales *2* et *3*. Le disque *b*, sur lequel est fixée la came *5* de profil donné, est rendu solidaire de la roue *3*. Le levier coudé *4* pivotant autour d'un axe fixe *D* glisse par sa pointe *e* sur le profil *d* de la came *5*. La pointe *f* du levier *4* décrit alors une courbe donnée *k* dans le plan *a* lié à la roue *2*.

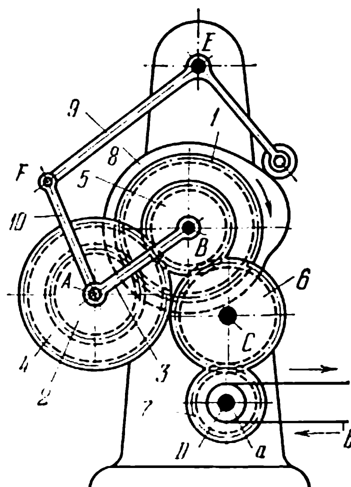
6. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux (517-518)

517	MÉCANISME À CAME ET ENGRENAGE DE LA MACHINE À LAVER	CE DSp



L'élément *2*, qui possède un profil denté constitué des tronçons d'une crémaillère dentée et de roues dentées rondes, vient en prise avec la roue dentée menante *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*. L'élément *2* se déplace d'un mouvement de translation dans le sens indiqué par la flèche sur les parties de l'engrenage qui correspondent aux crémaillères dentées. Lorsque la came *5* passe sur les parties correspondant aux roues dentées rondes, elle entre en contact avec les rouleaux *6*, assurant ainsi le mouvement requis de l'élément *2*. En outre, la direction indispensable du mouvement de l'élément *2* est assurée par les rouleaux *6*, la crémaillère *3* et le rouleau *4*.

518	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL À CAME ET ENGRENAGE DU CONVOYEUR	CE DSp



La roue dentée *1* mobile autour d'un axe fixe *B* vient en prise avec le satellite *2* solidaire du satellite *4* qui engrène avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe *B*. Le porte-satellites *3*, mobile autour de l'axe *B*, constitue des couples de rotation *A* avec les satellites *2* et *4*. La roue *5* engrène avec la roue dentée *6* qui tourne autour d'un axe fixe *C* et qui engrène avec la roue *7* mobile autour d'un axe fixe *D*. Le tambour *a*, solidaire de la roue *7*, met en mouvement la bande *b* du convoyeur. La came *8*, solidaire de la roue *1*, agit sur le levier coudé *9* tournant autour d'un axe fixe *E*. La bielle *10* constitue des couples de rotation *A* et *F* avec le porte-satellites *3* et avec le levier *9*. Lorsque la roue *1* est en mouvement, le tambour menant *a* du convoyeur tourne à une vitesse angulaire variable, dont la loi dépend du profil de la came *8* et des dimensions des éléments du mécanisme.

VI

Mécanismes à vis sans fin

VF

35—01416

1. Mécanismes à trois éléments d'usage général (519-524)

519	MÉCANISME À TROIS ÉLÉMENTS ET À VIS SANS FIN	VF Tr

Les dents *a* de la vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A* — *A*, engrènent avec les dents *b* de la roue à vis *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les axes *A* et *B* sont perpendiculaires entre eux et ne se coupent pas. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{z_2}{z_1}=\frac{R_2}{R_1}\frac{1}{\operatorname{tg}\beta},$$

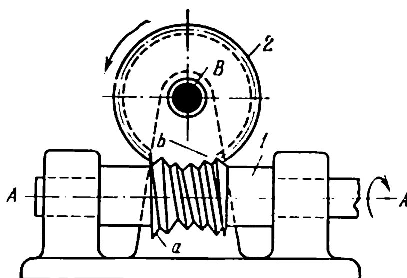
où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires de la vis sans fin *1* et de la vis sans fin *2*, z_1, le nombre de filets de la vis sans fin *1*, z_2, le nombre de dents de la roue *2*, R_1 et R_2, les rayons des cylindres primitifs de la vis sans fin *1* et de la roue *2*, β, l'angle d'inclinaison du filet de la vis sans fin. La tangente de l'angle β est égale à

$$\operatorname{tg}\beta=\frac{z_1 t}{2\pi R_1}=\frac{m z_1}{2R_1},$$

où t est le pas d'engrenage et m le module d'engrenage. Les rayons R_1 et R_2 peuvent être déterminés par les équations

$$R_1=\frac{m z_1}{2\operatorname{tg}\beta} \quad \text{et} \quad R_2=\frac{m z_2}{2}.$$

520	MÉCANISME À TROIS ÉLÉMENTS ET À VIS SANS FIN AVEC VIS GLOBIQUE	VF Tr

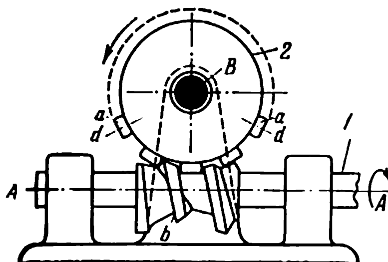


Les dents *a* de la vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A* — *A*, engrènent avec les dents *b* de la roue tangente *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. La surface primitive de la vis sans fin *1* constitue un globoïde, c'est-à-dire une surface formée par la rotation d'un arc de cercle de rayon égal à celui du cercle primitif qu'on obtient en coupant la vis sans fin *2* par un plan normal à l'axe de la roue *2* et contenant l'axe *A* — *A* de la vis sans fin *1*. Cet arc reçoit une rotation autour de l'axe *A* — *A*. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{z_2}{z_1},$$

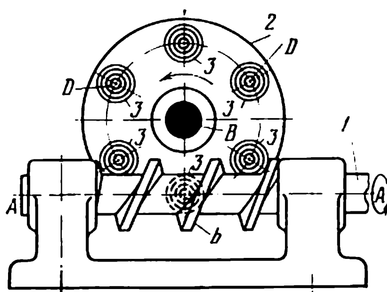
où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires de la vis sans fin *1* et de la roue *2*, z_1 le nombre de filets de la vis sans fin *1* et z_2 le nombre de dents de la roue *2*. Le mécanisme est conçu pour la transmission de grands efforts et de puissances.

521 | MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC VIS GLOBIQUE ET ROUE À FUSEAUX | VF Tr



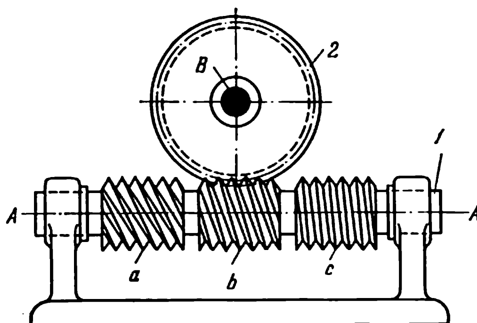
Les dents *b* de la vis sans fin *1* de forme globique, mobile autour d'un axe fixe *A — A*, engrènent avec les fuseaux cylindriques *a* de la roue à fuseaux *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les fuseaux *a* sont situés sur la superficie cylindrique extérieure de la roue *2* et peuvent tourner librement autour de leurs axes *d*, ce qui réduit considérablement les pertes par frottement pendant l'engrènement. Le rapport de transmission du mécanisme est égal à $i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1}$, où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires de la vis sans fin *1* et de la roue *2*, z_1 le nombre de filets de la vis sans fin *1* et z_2 le nombre de fuseaux de la roue *2*.

522	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC ROUE FRONTALE À FUSEAUX	VF Tr



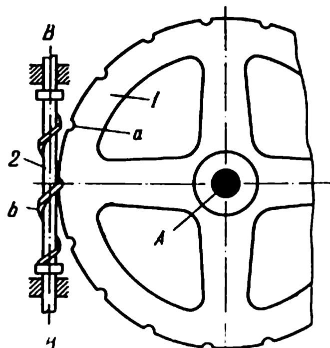
Les dents *b* de la vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe $A - A$, engrènent avec les fuseaux cylindriques *3* de la roue *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les fuseaux *3* sont situés sur le plan frontal de la roue *2* et peuvent tourner librement autour de leurs axes *D*, ce qui réduit considérablement les pertes par frottement pendant l'engrènement. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à $i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1}$, où ω_1 et ω_2 sont les vitesses angulaires de la vis sans fin *1* et de la roue *2*, z_1 le nombre de filets de la vis sans fin *1* et z_2 le nombre de fuseaux de la roue *2*.

523	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC UN RAPPORT DE TRANSMISSION VARIABLE PAR ÉCHELONS	VF Tr



La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, comporte trois parties filetées *a*, *b* et *c* n'ayant pas le même nombre de filets et dont les angles d'inclinaison diffèrent. La roue à vis sans fin *2* tourne autour d'un axe fixe *B*. Le mécanisme peut reproduire par échelons trois rapports de transmission différents, selon que la partie *a*, *b* ou *c* de la vis sans fin *1* engrène avec la roue *2*.

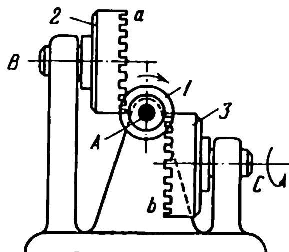
524	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC ROUE TANGENTE MOTRICE	VF Tr



La roue tangente *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, possède des rainures hélicoïdales *a* qui engrènent avec le filet hélicoïdal *b* de la vis sans fin *2* tournant autour d'un axe fixe *B* — *B*. La transmission du mouvement de la roue motrice *1* à la vis sans fin menée *2* n'est possible que si l'angle d'inclinaison du filet de la vis sans fin *2* est suffisamment grand.

2. Mécanismes à quatre éléments d'usage général (525-527)

525	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC DEUX ROUES À COURONNE	VF Q

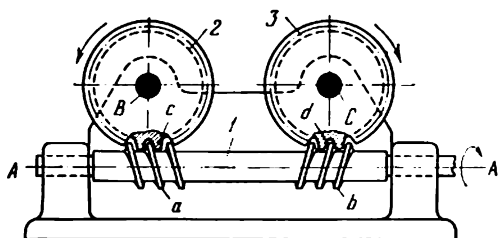


La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, vient en prise avec les dents *a* et *b* des roues *2* et *3* tournant à leur tour autour des axes fixes *B* et *C*. Les dents *a* et *b*, situées sur la partie frontale des roues *2* et *3*, constituent des roues à couronne. Les axes *B* et *C* des roues *2* et *3* sont parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe *A* de la vis sans fin *1*. Les rapports de transmission i_{12} et i_{13} sont égaux à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{z_2}{z_1} \quad \text{et} \quad i_{13}=\frac{\omega_1}{\omega_3}=\frac{z_3}{z_1},$$

où ω_1, ω_2 et ω_3 sont les vitesses angulaires de la vis sans fin *1* et des roues *2* et *3*, z_1 le nombre de filets de la vis sans fin *1* et z_2 et z_3 les nombres de dents *a* et *b* des roues *2* et *3*. Lorsque la vis sans fin menante *1* est en rotation, les roues menées *2* et *3* tournent dans les sens opposés.

526	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC DEUX ROUES TANGENTES	VF Q

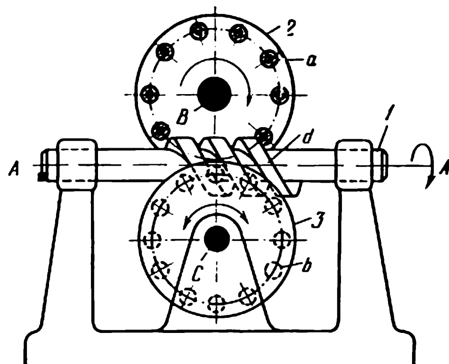


La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe $A - A$, comporte des filets *a* et *b* dont les angles d'inclinaison sont de direction opposée. Les filets *a* et *b* viennent en prise avec les dents *c* et *d* des roues tangentes *2* et *3* tournant autour des axes fixes *B* et *C*. Les axes *B* et *C* sont parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe $A - A$ de la vis sans fin *1*. Les rapports de transmission i_{12} et i_{13} sont égaux à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1'} \quad \text{et} \quad i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{z_3}{z_1''}$$

où ω_1, ω_2 et ω_3 sont les vitesses angulaires de la vis sans fin *1* et des roues *2* et *3*, z_1' le nombre de filets du filetage *a*, z_1'' le nombre de filets du filetage *b*, z_2 et z_3 le nombre de dents des roues *2* et *3*. Lorsque la vis sans fin menante *1* est en rotation, les roues menées *2* et *3* tournent dans les sens opposés.

527 | **MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC DEUX ROUES FRONTALES À FUSEAUX** | VF Q



La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe $A - A$, engrène avec les fuseaux *a* de la roue *2* et les fuseaux *b* de la roue *3*. Les roues *2* et *3* tournent autour des axes fixes *B* et *C*. Les fuseaux *a* et *b* peuvent tourner librement autour de leurs axes, ce qui réduit considérablement les pertes par frottement pendant l'engrènement. Les axes *B* et *C* des roues *2* et *3* sont parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe $A - A$ de la vis sans fin *1*. Les rapports de transmission i_{12} et i_{13} sont égaux à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad \text{et} \quad i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{z_3}{z_1},$$

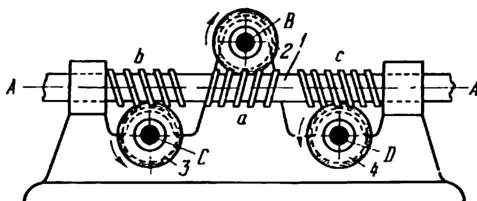
où ω_1, ω_2 et ω_3 sont les vitesses angulaires de la vis sans fin *1* et des roues frontales *2* et *3*, z_1 le nombre de filets de la vis sans fin *1* et z_2 et z_3 sont les nombres des fuseaux *a* et *b* des roues *2* et *3*. Lorsque la vis sans fin menante *1* est en rotation, les roues menées *2* et *3* tournent dans les sens opposés.

3. Mécanismes à éléments multiples d'usage général (528-535)

528	MÉCANISME À VIS ET ENGRENAGE AVEC ROUE À SEGMENT	VF M

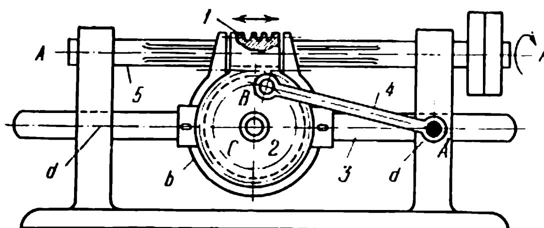
L'élément *1* muni d'un segment *a* portant des dents hélicoïdales tourne autour d'un axe fixe *A*. Les dents du segment engrènent avec les dents hélicoïdales de la roue *3*, rigidement reliée à l'arbre *4* tournant autour d'un axe fixe *B — B*. La roue *3* est animée d'une rotation autour d'un axe fixe *B — B*. L'arbre *4* constitue un couple hélicoïdal *D* avec le bâti. La largeur de la couronne de la roue *3* dépasse celle de la couronne du segment hélicoïdal *a*. Lorsque la roue motrice *1* est en mouvement d'oscillation, l'arbre mené *B* effectue, outre la rotation autour de l'axe *B— B*, un mouvement alternatif le long de l'axe *B — B*.

529	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC TROIS ROUES MENÉES	VF M



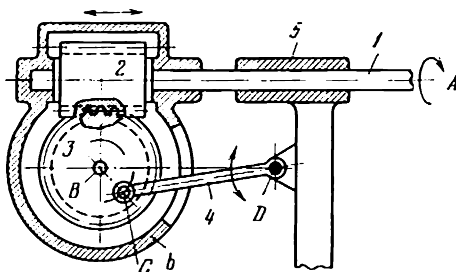
La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A — A*, possède trois parties *a*, *b* et *c* comportant le même nombre de filets, mais de direction diverse. Lorsque la vis sans fin menante *1* est en rotation, les roues menées *2*, *3* et *4* entrent en prise avec les parties *a*, *b* et *c* de la vis sans fin *1* et tournent autour des axes fixes *B*, *C* et *D* dans les sens indiqués par les flèches.

530	MÉCANISME À LEVIERS ET VIS SANS FIN AVEC VIS SANS FIN COULISSANTE	VF M



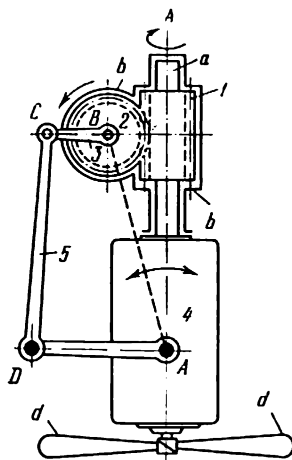
La vis sans fin *1*, mobile autour de l'axe fixe *A — A* de l'arbre cannelé *5*, peut se déplacer d'un mouvement de translation le long de cet axe. La vis sans fin *1* engrène avec la roue sans fin *2* tournant autour de l'axe *C* de la boîte *b* qui est rendue solidaire du coulisseau *3* glissant dans les guidages fixes ***d — d***. La roue *2* constitue un couple de rotation *B* avec l'élément *4* mobile autour d'un axe *A'*. Lorsque l'arbre menant *5* tourne autour de l'axe *A*, la vis sans fin *1* imprime à la roue menée *2* une rotation et de surcroît un mouvement alternatif parallèle à l'axe *A — A*.

531	MÉCANISME À LEVIERS ET VIS SANS FIN AVEC ARBRE COULISSANT	VF M



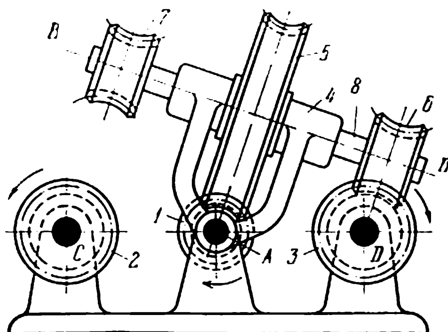
L'arbre *1*, solidaire de la vis sans fin *2* mobile autour d'un axe fixe *A*, peut se déplacer d'un mouvement de translation dans un guidage *5* le long de l'axe *A*. La vis sans fin *2* engrène avec la roue tangente *3* tournant autour de l'axe *B* de la boîte *b* qui contient la vis sans fin *2* et la roue *3*. La roue *3* constitue un couple de rotation *C* avec l'élément *4* tournant autour d'un axe fixe *D*. Pendant la rotation de l'arbre menant *1*, la vis sans fin *2* imprime à la roue menée *3* une rotation et de surcroît un mouvement alternatif parallèle à l'axe *A*.

532	MÉCANISME À LEVIERS ET VIS SANS FIN D'UN VENTILATEUR SUSPENDU	VF M_J



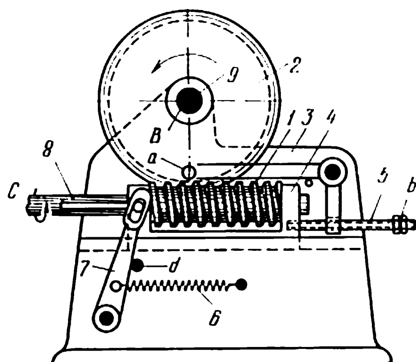
La vis sans fin *1*, rigidement reliée à l'arbre *a* du moteur électrique *4*, pivote autour d'un axe fixe *A* et vient en prise avec la roue tangente *2* tournant autour de l'axe *B* de la boîte *b* rendue solidaire du corps du moteur *4*. La bielle *3*, solidaire de la roue *2*, constitue un couple de rotation *C* avec le levier oscillant *5* animé d'une rotation autour d'un axe fixe *D*. Lorsque l'arbre *a* tourne autour de son axe, le moteur électrique *4*, avec les palettes *d* du ventilateur, reçoit une rotation autour de l'axe *A*.

533	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC ROUES MENÉES À ROTATION PÉRIODIQUE	VF . M



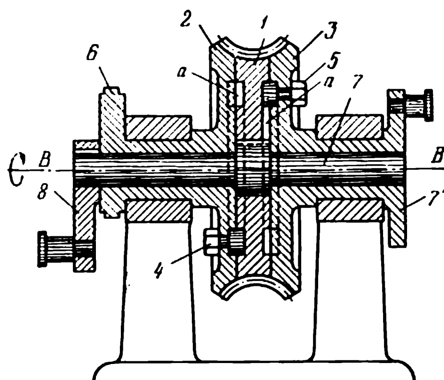
La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue tangente *5* tournant autour d'un axe *B — B*. Les roues tangentes *5*, *6* et *7* sont calées sur l'arbre *8* effectuant un mouvement de rotation dans les paliers de la fourche *4* qui peut tourner librement autour de l'axe *A*. Lorsque la fourche *4* tourne autour de l'axe *A*, les roues *6* et *7* viennent en prise avec les vis sans fin *3* et *2*, provoquant ainsi la rotation périodique de celles-ci autour des axes fixes *D* et *C*. La transmission de la rotation des roues *6* et *7* aux vis sans fin *3* et *2* n'est possible que si l'on choisit assez grands les angles d'inclinaison des filets de ces dernières.

534	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC ROUE MENÉE À MOUVEMENT INTERMITTENT	VF M



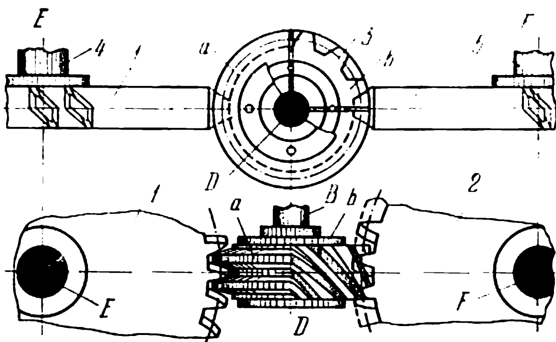
Lorsque l'arbre cannelé menant *8* est en rotation, la vis sans fin *1* entraîne à l'aide de la roue tangente *2* dans le mouvement de rotation l'arbre mené *9* mobile autour d'un axe fixe *B* dans le sens indiqué par la flèche. Lorsque le goujon *a* de la roue *2* entre en contact avec le levier coudé *3*, la roue *2* et l'arbre *9* s'immobilisent. Comme l'arbre *8* continue à tourner, la vis sans fin *1*, qui reste en prise avec la roue *2*, se met à se déplacer vers la gauche le long de l'axe *C* de l'arbre *8* en même temps que le coulisseau *4* et la vis *5*, surmontant la résistance du ressort *6*. A la fin de la marche du coulisseau *4*, l'écrou *b* de la vis *5* fait tourner le levier *3*, libérant la roue *2*. La roue *2* reçoit alors une rotation accélérée jusqu'à ce que le levier *7* touche le goujon *d*. La roue *2* et l'arbre *9* se déplacent ensuite d'un mouvement uniforme jusqu'au moment où le goujon *a* entre à nouveau en contact avec le levier coudé *3*.

535	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC ÉLÉMENTS MENÉS À MOUVEMENT INTERMITTENT	VF M



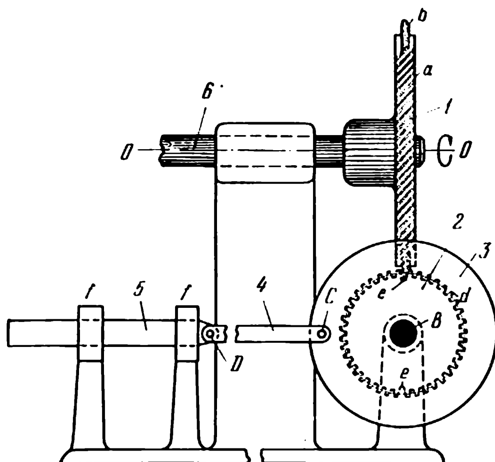
La roue tangente, mobile autour d'un axe fixe *B — B*, se compose de trois sections *1*, *2* et *3*. La section *1*, montée rigidement sur l'arbre *7*, comporte des rainures concentriques *a*. Les sections *2* et *3*, montées folles sur l'arbre *7*, peuvent être mises en mouvement à l'aide des boulons *4* et *5*, dont les têtes cylindriques s'engagent dans les rainures concentriques des sections *1*, *2* et *3*. Etant donné que dans toutes les trois sections un certain nombre de dents sont enlevées, la rotation de la vis sans fin (non représentée sur la figure) se communique périodiquement à chacune des trois sections. De cette façon, la vis sans fin communique périodiquement le mouvement de rotation aux manivelles *8* et *7′* ainsi qu'à l'excentrique *6*.

536	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC ROUES MENÉES OBSERVANT DES ARRÊTS	VF Ar



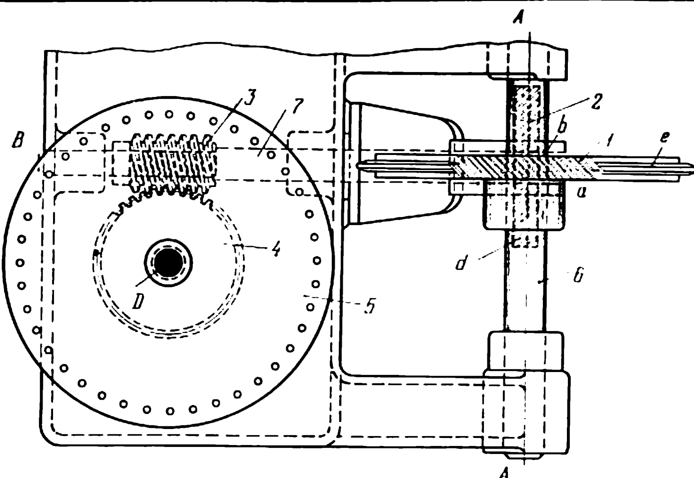
Les roues tangentes *1* et *2*, rigidement reliées aux arbres *4* et *5*, tournent autour des axes fixes *E* et *F*. La vis sans fin *3*, solidaire de l'arbre *B*, effectue une rotation autour d'un axe fixe *D*. La vis sans fin *3* possède des dents hélicoïdales *b* filetées sur 1/4 du cylindre primitif de la vis sans fin *3*. Sur les 3/4 restants du cylindre primitif de la vis sans fin *3* sont filetées deux dents circulaires *a* dont le filet a un angle d'inclinaison nul. Lorsque la vis sans fin menante est en rotation continue, les roues menées *1* et *2* tournent avec des arrêts. A la rotation des roues *1* et *2* correspond la période d'engrènement des dents *b* avec les dents des roues *1* et *2*. A l'état de repos des roues *1* et *2* correspond la période d'engrènement des dents *a* avec les dents des roues *1* et *2*. Les arbres *4* et *5* effectuent donc une rotation alternative. Les dents *a* en prise avec les dents des roues *1* et *2* empêchent la rotation spontanée de ces roues aux moments de repos.

537	MÉCANISME À VIS ET ENGRENAGE AVEC COULISSEAU OBSERVANT DES ARRÊTS	VF Ar



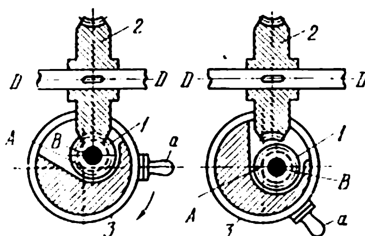
La roue dentée hélicoïdale *1* est mobile autour d'un axe fixe O — O. Les dents hélicoïdales a de la roue *1* sont situées sur une partie de sa couronne. L'autre partie de la couronne porte un boudin b. La roue hélicoïdale *2*, tournant autour d'un axe fixe B, comporte des dents hélicoïdales d et deux mortaises e. Le nombre de dents a est égal à celui de dents d situées sur une moitié de la couronne de la roue *2*. Lorsque l'arbre menant *6* est en mouvement, la roue *2* tourne d'un angle de 180° pour un tour complet de l'arbre *6*. Le boudin b glisse alors dans une des mortaises e, empêchant la rotation spontanée de la roue *2* au moment du repos. Le disque *3*, solidaire de la roue *2*, constitue un couple de rotation C avec la bielle *4*, qui forme, à son tour, un couple de rotation D avec le coulisseau *5* glissant dans les guides f — f. Après chaque tour de l'arbre *6*, le coulisseau mené *5* occupe la position limite gauche ou droite, en y observant des arrêts de longue durée.

538	MÉCANISME À VIS ET ENGRENAGE AVEC COMMANDE PAR ROUE ET VIS SANS FIN ET AVEC ROUE MENÉE OBSERVANT DES ARRÊTS	VF Ar



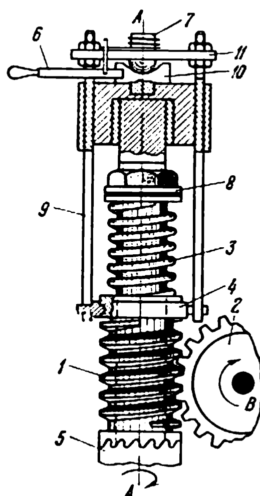
La roue dentée hélicoïdale *1* est mobile autour d'un axe fixe *A — A*. Les dents hélicoïdales *a* de la roue *1* sont situées sur une partie de sa couronne. L'autre partie de la couronne porte un boudin *b*. La roue hélicoïdale *2*, tournant autour d'un axe fixe *B*, possède des dents hélicoïdales *d* et des mortaises *e*. Le nombre de dents *a* est égal au nombre de dents *d* ménagées entre les deux mortaises voisines *e*. Lorsque l'arbre menant *A* tourne, la roue *2* effectue une rotation d'un certain angle durant un tour de l'arbre *6* jusqu'à ce que le boudin *b* s'engage dans la mortaise *e*. La roue *2* reste en repos pendant le glissement du boudin *b* dans la mortaise *e*, empêchant ainsi la rotation spontanée de la roue *2*. La roue *2* est rendue solidaire de l'arbre *7* portant la vis sans fin *3* qui engrène avec la roue tangente *4* animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe fixe *D*. Lorsque l'arbre menant *6* est animé d'un mouvement de rotation, le disque mené *5*, solidaire de la roue *4*, tourne en observant des arrêts. L'angle de rotation du disque *5* et son temps de mouvement et de repos sont fonction du nombre de dents des roues hélicoïdales *1* et *2* et des roues tangentes *3* et *4*.

539	MÉCANISME À VIS SANS FIN AVEC LA VIS SANS FIN DÉBRAYABLE	VF CE



La vis sans fin *1*, mobile autour de l'axe fixe *B* de l'élément *3*, engrène avec la roue tangente *2* tournant autour d'un axe fixe *D — D*. Le débrayage de la vis sans fin *1* est réalisé par la rotation de la poignée *a* de l'élément *3* autour d'un axe *A*.

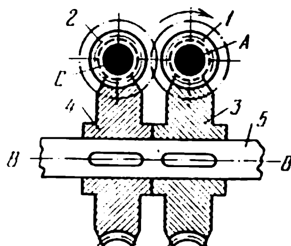
540	MÉCANISME DE DÉBRAYAGE À VIS SANS FIN	VF CE



Sous une charge normale, la vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A — A*, transmet à la roue tangente *2* un mouvement de rotation autour d'un axe fixe *B*. Sous une charge élevée, la poussée axiale de la vis sans fin *1* surmonte la résistance du ressort *3*, et la vis sans fin *1*, ainsi que la traverse *4*, les tiges *9* et la traverse *11* montent, en débrayant l'accouplement *5* qui commande le mouvement de la vis sans fin *1*. La roue tangente *2* s'arrête alors. La position débrayée de la vis sans fin *1* est fixée par la poignée *6* qui tourne avec le prisme *10* sous l'action du ressort *7*. Lorsqu'on tourne la poignée *6* dans le sens inverse, la vis sans fin *1* s'abaisse sous l'action du ressort *3* et embraye l'accouplement *5*. La tension du ressort *3* est réglée à l'aide de l'écrou *8*.

6. Mécanismes des boîtes de vitesses et des réducteurs (541)

541	MÉCANISME À VIS SANS FIN DE LA BOÎTE DE VITESSES SIMPLE	VF BV

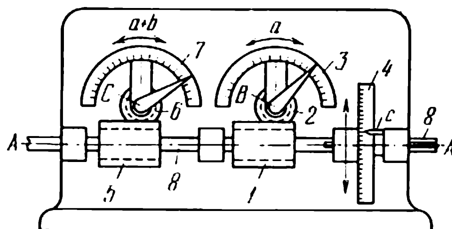


La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue tangente *3*, solidaire de l'arbre *5* et effectuant une rotation autour d'un axe fixe *B* — *B*. La roue tangente *4*, solidaire de l'arbre *5*, est en prise avec la vis sans fin *2* tournant autour d'un axe fixe *C*. Le rapport de transmission i_{12} du mécanisme est égal à

$$i_{12}=\frac{z_3}{z_1}\cdot\frac{z_2}{z_4},$$

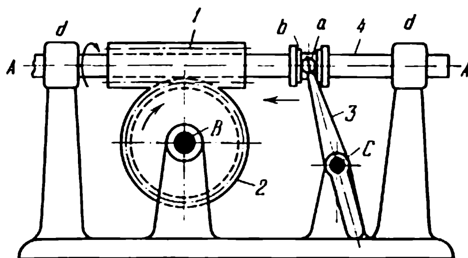
où z_3 et z_4 sont les nombres de dents *3* et *4*, et z_1 et z_2 les nombres de filets des vis sans fin *1* et *2*. Si la vis sans fin *1* est menante, la vis sans fin *2* ne peut être entraînée en rotation qu'à condition que l'angle d'inclinaison des filets de la vis sans fin *2* soit supérieur à l'angle de frottement. Le rendement de la transmission du mouvement de la roue à la vis sans fin étant insignifiant (moins de 0,5), il n'est pas rationnel d'utiliser cette boîte de vitesses pour la transmission de la puissance, mais elle pourrait se montrer très efficace pour obtenir de grands rapports de transmission.

542	MÉCANISME D'ADDITION À VIS SANS FIN ET ENGRENAGE	VF OM



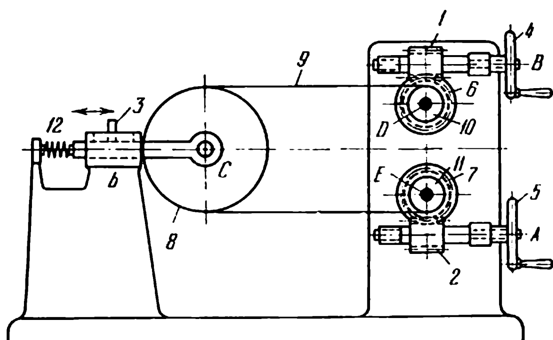
L'arbre *8*, mobile autour d'un axe *A — A*, comporte une crémaillère ronde *1* et une vis sans fin *5*, qui engrènent avec les roues *2* et *6* tournant autour des axes *B* et *C*. L'un des nombres à additionner *a* est introduit par la rotation de la roue dentée *2* comportant la crémaillère *1* liée à l'arbre *8*. On porte sur l'échelle *3* la valeur de ce nombre à additionner. Lorsque la roue *2* tourne, l'arbre *8* se déplace d'un mouvement de translation et la vis sans fin *5*, solidaire de cet arbre, provoque la rotation de la roue tangente *6* d'un angle égal à celui de la roue *2*. L'autre nombre à additionner, *b*, est introduit par la rotation du disque *4* relié à l'arbre *8*. La valeur du deuxième nombre à additionner est déterminée par la position de l'aiguille *c* sur le disque *4*. Lorsque l'arbre *8* tourne, la roue dentée *2* reste immobile, et la roue tangente *6* effectue une rotation d'une valeur égale à celle du deuxième nombre à additionner. La somme $a + b$ est enregistrée sur l'échelle *7*.

543	MÉCANISME D'ADDITION À VIS SANS FIN	VF OM



La vis sans fin *1*, solidaire de l'arbre *4*, tourne autour d'un axe fixe $A - A$ et engrène avec la roue tangente *2* qui tourne, à son tour, autour d'un axe fixe B. L'arbre *4* peut effectuer un déplacement de translation dans un guidage $d - d$. Le levier *3*, tournant autour d'un axe fixe C, glisse par son doigt *a* dans la coulisse *b* de l'arbre *4*. Le déplacement angulaire de la roue *2* se compose de deux mouvements de rotation : le mouvement de la vis sans fin *1* qui tourne autour de l'axe $A - A$ et le mouvement de la vis sans fin *1* qui se déplace d'un mouvement de translation le long de l'axe $A - A$. Lors de son dernier mouvement, la vis sans fin *1* agit comme une crémaillère.

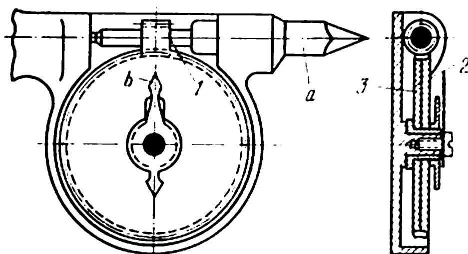
544	MÉCANISME D'ADDITION À VIS SANS FIN AVEC ÉLÉMENT FLEXIBLE	VF OM



Les vis sans fin *1* et *2*, mobiles autour des axes fixes *B* et *A*, sont entraînées dans le mouvement au moyen de volants à main *4* et *5*. Les vis sans fin *1* et *2* engrènent avec les roues tangentes *6* et *7* tournant autour des axes fixes *D* et *E*. Les roues *6* et *7* sont rigidement reliées aux poulies *10* et *11*, sur lesquelles s'enroule l'élément flexible *9*. Ce dernier embrasse la poulie *8* qui constitue un couple de rotation *C* avec le coulisseau *3* glissant dans un guidage fixe *b*. Le ressort *12* assure l'effort de contact entre les éléments du mécanisme. Le déplacement linéaire du coulisseau *3* se compose de deux mouvements de rotation réalisés par rotation des volants *4* et *5*.

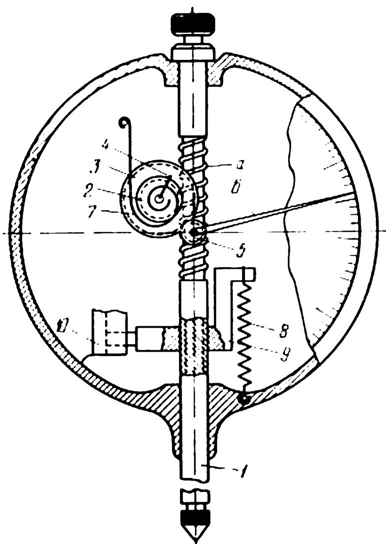
8. Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai (545-547)

545	MÉCANISME À VIS SANS FIN D'UN COMPTE-TOURS	VF ME



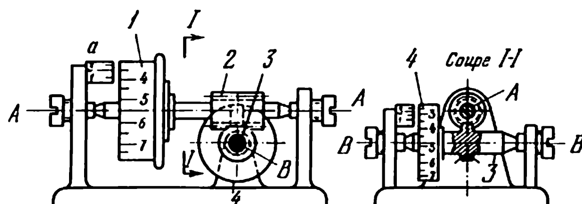
La rotation de la pointe *a* serrée contre le centre marqué sur la surface en bout de l'arbre à essayer est transmise à l'aide de la vis sans fin *1* aux roues tangentes *3* et *2* comportant respectivement 100 et 101 dents. La différence entre les vitesses de rotation de ces roues permet de mesurer le nombre de tours de l'arbre à essayer. La roue *3* comporte une aiguille *b* et la roue *2*, un cadran.

546	MÉCANISME À VIS SANS FIN D'UN INDICATEUR DE MESURE	VF ME



La tige de mesure *1* comporte dans sa partie moyenne la vis tangente *a* qui vient en prise avec une roue tangente *2* dont l'axe porte la roue dentée *3* et la petite aiguille *4* indiquant les millimètres entiers. La roue dentée *3* vient en prise avec la roue dentée *5*, sur l'axe de laquelle est montée la grande aiguille *6* indiquant les centièmes de millimètre. Le ressort *7* sert à éliminer la course morte. Le ressort *8* provoque une pression constante de mesure. Après chaque tour de la tige *1*, la pièce *9* se déplace dans le sens de son axe, en agissant sur le ressort *8* et en réglant l'effort de pression. Le guide *10* empêche la pièce *9* de pivoter.

547	MÉCANISME À VIS SANS FIN D'UN COMPTE-TOURS	VF ME



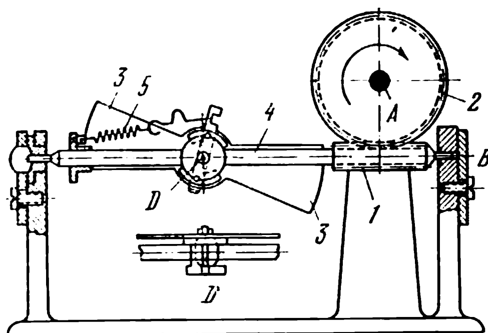
La vis sans fin *2*, mobile autour d'un axe fixe *A* — *A*, engrène avec la roue tangente *3* tournant autour d'un axe fixe *B*. Le disque *1* est rigidement relié à l'arbre de la vis sans fin *2* et le disque *4*, à l'arbre de la roue tangente *3*. Le disque *4* enregistre les nombres entiers de rotation de la vis sans fin *2* et le disque *1* enregistre, à l'aide du vernier *a*, les nombres fractionnaires de rotation de la vis sans fin *1*.

9. Mécanismes d'autres dispositifs spéciaux (548-554)

548	**MÉCANISME À VIS ET À VIS SANS FIN POUR BOBINAGE DU FIL**	**VF** **DSp**

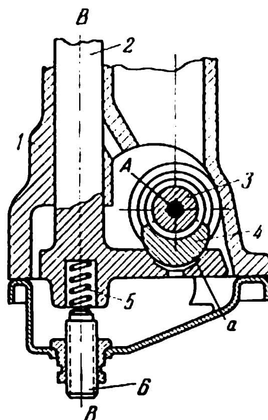
Les vis sans fin *1* et *2*, effectuant une rotation en sens contraire autour des axes fixes *A* et *B*, impriment au chariot *3* portant les disques *4* et *5* qui entraînent le fil un déplacement dans un sens ou dans l'autre, selon la vis qui vient en prise avec la roue tangente *6*. L'élément *7*, qui subit l'action des tiges à ressort *8*, reçoit un mouvement sur le chanfrein *9* de sorte que l'élément *7* portant la roue *6* s'écarte périodiquement d'un côté ou de l'autre, assurant ainsi le renversement de marche du chariot *3* et par suite le bobinage du fil en quelques couches.

549	MÉCANISME À VIS SANS FIN DU MOULINET D'UN APPAREIL TÉLÉGRAPHIQUE	VF DSp



La roue tangente *2*, mobile autour d'un axe fixe *A*, vient en prise avec la vis sans fin *1* qui pivote autour d'un axe fixe *B*. L'arbre *4* de la vis sans fin *1* porte l'axe *D*, sur lequel tournent les palettes *3* du moulinet. Après que la roue menante *2* a effectué un nombre déterminé de tours, le freinage a lieu, qui augmente lorsque s'accroît le nombre de tours de l'arbre *4*, car la force centrifuge fait tourner les palettes *3* autour de l'axe *D*, surmontant la résistance du ressort *5*. La transmission du mouvement de rotation de la roue *2* à la vis sans fin *1* est possible, si l'angle d'inclinaison des filets de la vis sans fin *1* est assez grand.

550	MÉCANISME À VIS SANS FIN DE DIRECTION D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE	VF DSp



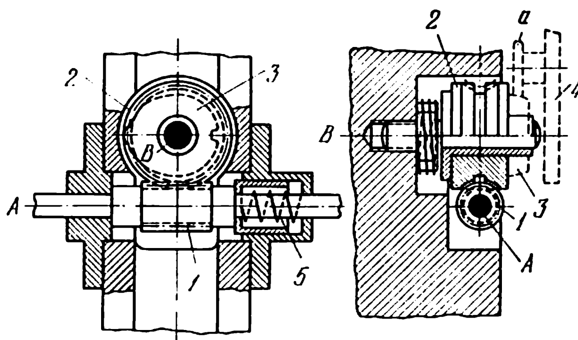
La vis sans fin *3*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec le demi-écrou sphérique *4* monté dans la cuvette sphérique *a* de l'arbre *2*. Lorsque la vis sans fin *3* tourne, le demi-écrou *4* se déplace dans le sens parallèle à l'axe de la vis sans fin *3*, provoquant la rotation de l'arbre *2*, qui commande les roues avant du véhicule, autour d'un axe fixe *B — B*. La continuité d'engrènement du demi-écrou *4* avec la vis sans fin est assurée par le ressort *5*, dont la tension est réglée par la vis *6*. L'arbre *2*, monté dans le corps *1* comme dans un palier, peut tourner autour d'un axe vertical.

551

MÉCANISME À CAME ET VIS SANS FIN DE FIXATION DU TUBE D'UN MICROSCOPE

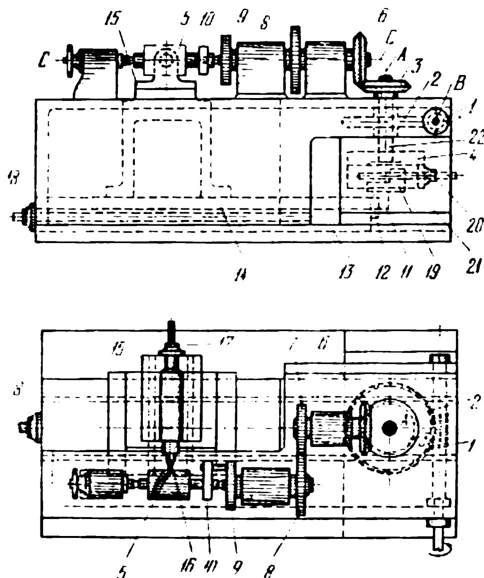
VF

DSp



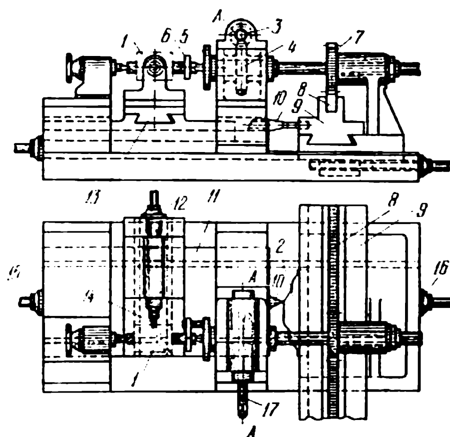
La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue tangente *2* tournant autour d'un axe fixe *B*. La came tridimensionnelle *3* rigidement reliée à la roue *2* imprime un mouvement alternatif au rouleau *a* du tube *4* du microscope. Le ressort *5* permet de rattraper les jeux dans le mécanisme.

552	MÉCANISME À ENGRENAGE ET VIS SANS FIN POUR USINAGE DES CAMES TRIDIMENSIONNELLES	VF DSp



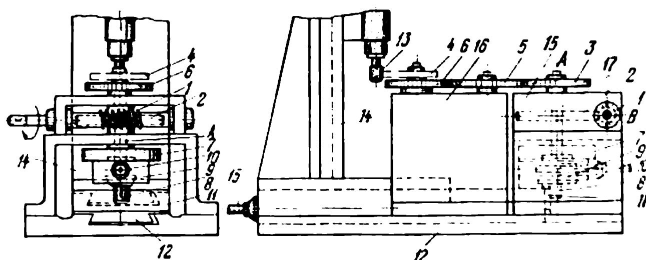
L'arbre *22*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est mis en mouvement par la vis sans fin *1* tournant autour d'un axe fixe *B* et par la roue tangente *2* tournant autour de l'axe *A*. Le disque *4* avec son guidage et la roue dentée *3* sont montés sur l'arbre *22*. Le coulisseau *19*, dont la position est fixée par la vis *20*, se déplace dans le guidage du disque *4*. Le coulisseau *19* comporte un palier du goujon *11* présentant une partie saillante en forme de demi-cercle. Lorsque l'arbre *22* tourne, le goujon *11*, dont le plan agit sur la plaque *12* fixée au bâti, déplace les coulisseaux *14* et *21* fixés sur le support *13*. En même temps la pièce brute *5* reçoit un mouvement de rotation autour d'un axe fixe *C* à l'aide des roues dentées *3*, *6*, *7*, *8* et des éléments *9* et *10*. Le déplacement de la pièce brute *5* exécutée par la fraise *16* est réglé à l'aide de la vis *20*. La distance minimale entre la rainure à came et le bout de la pièce brute est définie par le déplacement du support *14* à l'aide de la vis *18*. La profondeur de fraisage de la rainure à came est réglée par le déplacement du support *15* à l'aide de la vis *17*. On obtient la phase requise de la came en changeant les roues de l'engrenage *3*, *6*, *7*, *8*.

553	MÉCANISME À ENGRENAGE ET VIS SANS FIN D'UN APPAREIL À COPIER	VF DSp



Lorsque l'arbre *17* tourne autour de l'axe *A — A*, le mouvement se communique simultanément à la pièce brute *1* ainsi qu'au gabarit *2*. La pièce brute *1* est mise en mouvement à l'aide d'un couple roue-vis *3-4* et des éléments *5* et *6*. Le gabarit *2* est mis en mouvement à l'aide d'un couple roue-vis *3-4* de la roue dentée *7* et de la crémaillère *8*, fixées sur le coulisseau *9* qui porte le gabarit *2*. Lorsque le coulisseau *9* se déplace, le gabarit *2* agit sur la butée *10*, imprimant au coulisseau *11* un déplacement longitudinal. Le coulisseau *13* portant la fraise *14* se déplace également avec le coulisseau *11*. On obtient l'écartement du support *9* pendant l'échange des gabarits *2* à l'aide de la vis *16*. La vis *15* permet d'obtenir une distance minimale entre la rainure à came et le bout de la pièce brute. La vis *12* est destinée à régler la profondeur de fraisage de la rainure à came.

MÉCANISME À ENGRENAGE ET VIS SANS FIN POUR USINAGE DES CAMES HARMONIQUES



L'arbre *17* est mis en mouvement à l'aide de la vis tangente *1*, mobile autour d'un axe fixe *B*, et à l'aide de la roue tangente *2* tournant autour d'un axe *A*. Le disque *7* avec son guidage et la roue dentée *3* sont fixés sur l'arbre *17*. Le coulisseau *9*, dont la position est fixée par la vis *10*, se déplace dans le guidage du disque *7*. Le coulisseau *9* comporte un palier du goujon *8* présentant une partie saillante en forme de demi-cercle. Lorsque l'arbre *17* tourne, le goujon *8*, dont le plan agit sur la plaque *11* fixée au bâti, déplace les coulisseaux *15* et *16* fixés sur le support *12*. La pièce brute *4* est entraînée simultanément en rotation autour de son axe à l'aide des roues dentées *3*, *5* et *6*. La vis *10* règle le déplacement de la pièce brute exécutée par la fraise *13*. La vis *15* permet de fixer le rayon minimal de la came en déplaçant le support *14* de la fraise. On obtient la phase requise de la came en changeant les roues de l'engrenage.

VII

Mécanismes dentés composés

DC

1. Mécanismes des boîtes de vitesses et des réducteurs (555-581)

555	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À DEUX ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENT À DENTURE	DC BV

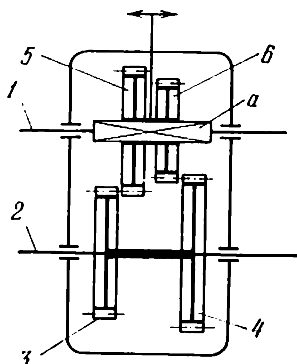
L'arbre menant *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est rigidement relié à la roue dentée *2*. La roue dentée *4* est montée folle sur l'arbre mené *5*. L'extrémité gauche de l'arbre mené *5* qui tourne autour d'un axe *C* possède des cannelures et porte l'accouplement à denture *3* composé des deux moitiés *a* et *b* comportant les dents *e* et *f* qui engrènent avec les dents *c* et *d* des roues *2* et *4*. Les roues dentées *2* et *4* sont en prise permanente avec les roues dentées *7* et *8* fixées sur un arbre intermédiaire *6* tournant autour d'un axe fixe *B*. Lorsque l'accouplement *3* se déplace vers la gauche et lorsque la roue dentée *a*, fixée sur cet accouplement, engrène avec la roue dentée *2*, le mouvement de l'arbre menant *1* sera transmis directement à l'arbre mené *5*, c'est-à-dire que l'arbre *5* tournera à une vitesse angulaire égale à celle de l'arbre *1*. Lorsque le chariot *3* se déplace vers la droite, la roue dentée *b*, fixée sur lui, engrène avec la roue dentée *4*. Le mouvement de l'arbre menant *1* est alors transmis à l'arbre mené *5* par l'intermédiaire des roues dentées *2*, *7*, *8* et *4*.

Le rapport de transmission i_{15} sera égal à

$$i_{15} = \frac{z_7}{z_2} \cdot \frac{z_4}{z_8},$$

où z_2, z_4, z_7 et z_8 sont les nombres de dents des roues *2*, *4*, *7* et *8*.

MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À DEUX ÉTAGES

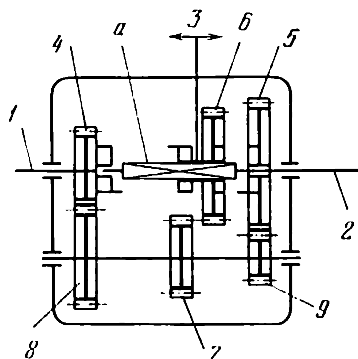


Les roues *5* et *6* rigidement reliées entre elles glissent sur le guidage rectiligne *a* de l'arbre *1*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir deux vitesses selon que les roues *5* et *3* ou les roues *6* et *4* sont mises en prise. Les rapports de transmission correspondants i_{12} sont égaux à

$$i_{12} = -\frac{z_3}{z_5} \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_4}{z_6},$$

où z_3, z_4, z_5 et z_6 sont les nombres de dents des roues *3*, *4*, *5* et *6*.

557	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES A TROIS ÉTAGES	DC BV



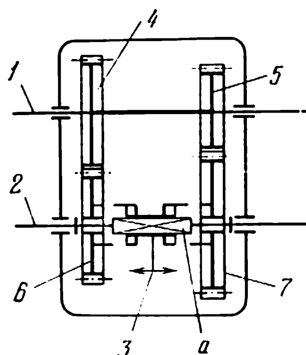
L'accouplement *3* comportant la roue dentée glisse sur le guidage rectiligne *a* de l'arbre *2*. Lorsque l'accouplement *3* est à l'état neutre, l'arbre *1* tourne et l'arbre *2* reste immobile. L'accouplement *3* une fois embrayé avec la roue *4*, les arbres *1* et *2* auront des vitesses angulaires de même valeur et de même signe. Lorsque l'accouplement *3* est embrayé avec la roue *5*, les arbres *1* et *2* tourneront dans le même sens. Le rapport de transmission i_{12} sera égal à

$$i_{12} = \frac{z_8}{z_4} \cdot \frac{z_5}{z_9},$$

où z_4, z_5, z_8 et z_9 sont les nombres de dents des roues *4*, *5*, *8* et *9*. Lorsque les roues *6* et *7* sont mises en prise, les arbres *1* et *2* effectuent une rotation dans le même sens dont le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{z_8}{z_4} \cdot \frac{z_6}{z_7},$$

où z_6 et z_7 sont les nombres de dents des roues *6* et *7*.

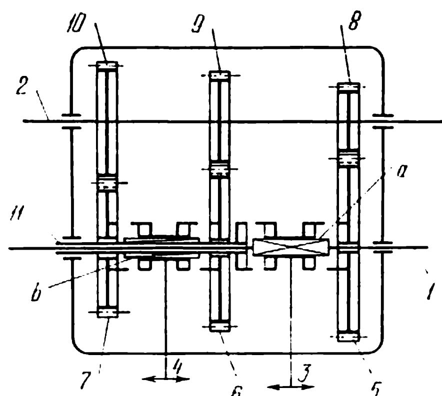


L'accouplement *3* glisse sur le guidage rectiligne *a* de l'arbre *2*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir deux vitesses selon que l'accouplement *3* est embrayé avec la roue *6* ou avec la roue *7*. Les rapports de transmission correspondants i_{12} sont égaux à

$$i_{12} = -\frac{z_6}{z_4} \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_7}{z_5},$$

où z_4, z_6, z_5 et z_7 sont les nombres de dents des roues *4*, *5*, *6* et *7*.

MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À TROIS ÉTAGES

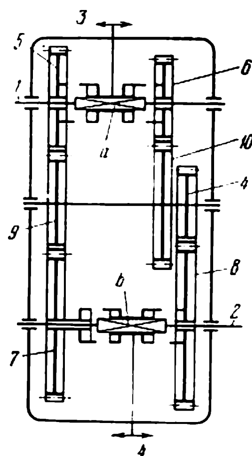


L'accouplement *3* glisse sur le guidage rectiligne *a* de l'arbre *1*. L'accouplement *4* glisse sur le guidage rectiligne *b* de l'arbre creux *11*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir trois vitesses: la première vitesse est obtenue en embrayant l'accouplement *4* avec la roue *7* et l'accouplement *3* avec l'arbre creux *11*, la deuxième vitesse, en embrayant l'accouplement *4* avec la roue *6* et l'accouplement *3* avec l'arbre creux *11*, la troisième vitesse, en embrayant l'accouplement *3* avec la roue *5*. Les rapports de transmission i_{12} sont respectivement égaux à

$$i_{12} = -\frac{z_{10}}{z_7} \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_9}{z_6} \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_8}{z_5},$$

où z_5, z_6, z_7, z_8, z_9 et z_{10} sont les nombres de dents des roues *5*, *6*, *7*, *8*, *9* et *10*.

560	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À QUATRE ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENTS MONTÉS SUR LES ARBRES EXTÉRIEURS	DC BV



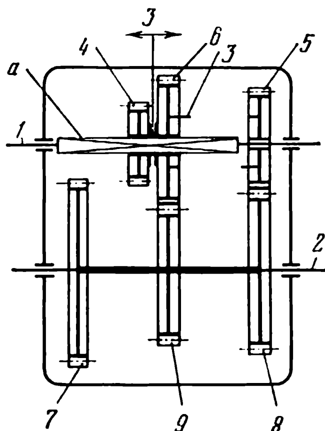
Les accouplements *3* et *4* glissent sur les guidages rectilignes *a* et *b* des arbres extérieurs *1* et *2*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir quatre vitesses selon que les accouplements *3* et *4* sont embrayés simultanément avec les roues *5* et *7* ou *5* et *8*, *6* et *7* ou *6* et *8*. Les rapports de transmission i_{12} sont respectivement égaux à

$$i_{12}=\frac{z_7}{z_5} \quad \text{ou} \quad i_{12}=\frac{z_9}{z_5}\frac{z_8}{z_4},$$

$$\text{ou} \quad i_{12}=\frac{z_{10}}{z_6}\frac{z_7}{z_9}, \quad \text{ou} \quad i_{12}=\frac{z_{10}}{z_6}\frac{z_8}{z_4},$$

où z_5, z_6, z_7, z_8, z_9 et z_{10} sont les nombres de dents des roues *5*, *6*, *7*, *8*, *9* et *10*.

MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À TROIS ÉTAGES



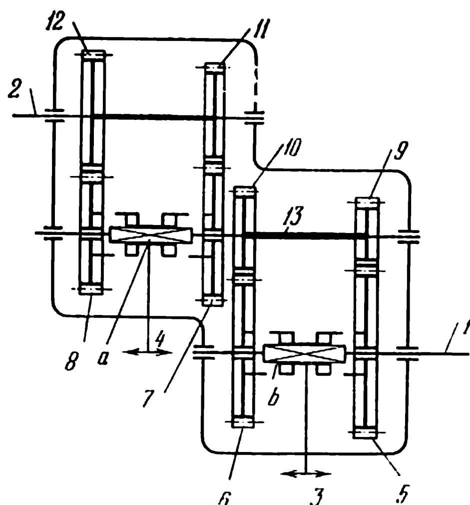
Les roues *4* et *6*, rigidement reliées entre elles, glissent sur le guidage rectiligne *a* de l'arbre *1*. La roue *6* est solidaire de l'accouplement *3*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir trois vitesses. La première vitesse est obtenue en embrayant les roues *4* et *7*; la deuxième, en embrayant les roues *6* et *9*; la troisième, en embrayant l'accouplement *3* avec la roue *5*.

Les rapports i_{12} sont respectivement égaux à

$$i_{12} = -\frac{z_7}{z_4} \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_9}{z_6}, \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_8}{z_5},$$

où z_4, z_5, z_6, z_7, z_8 et z_9 sont les nombres de dents des roues *4*, *5*, *6*, *7*, *8* et *9*.

562	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À QUATRE ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENT MONTÉ SUR UN ARBRE INTERMÉDIAIRE	DC BV



L'accouplement *3* glisse sur le guidage rectiligne *b* de l'arbre *1*. L'accouplement *4* glisse sur le guidage rectiligne *a* de l'arbre intermédiaire *13*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir quatre vitesses selon que les accouplements *3* et *4* s'embrayent simultanément avec les roues *5* et *7*, *5* et *8*, *6* et *7* ou *6* et *8*.

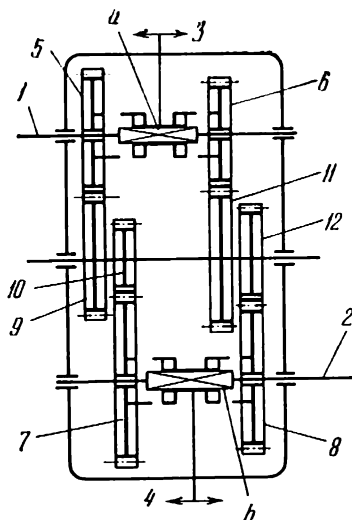
Les rapports de transmissions i_{12} sont respectivement égaux à

$$i_{12}=\frac{z_9}{z_5}\frac{z_{11}}{z_7} \quad \text{ou} \quad i_{12}=\frac{z_9}{z_5}\frac{z_{12}}{z_8},$$

$$\text{ou} \quad i_{12}=\frac{z_{10}}{z_6}\frac{z_{11}}{z_7} \quad \text{ou} \quad i_{12}=\frac{z_{10}}{z_6}\frac{z_{12}}{z_8},$$

où z_5, z_6, z_7, z_8, z_9, z_{10}, z_{11} et z_{12} sont les nombres de dents des roues *5*, *6*, *7*, *8*, *9*, *10*, *11* et *12*.

563	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À QUATRE ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENTS MONTÉS SUR LES ARBRES EXTÉRIEURS	DC BV

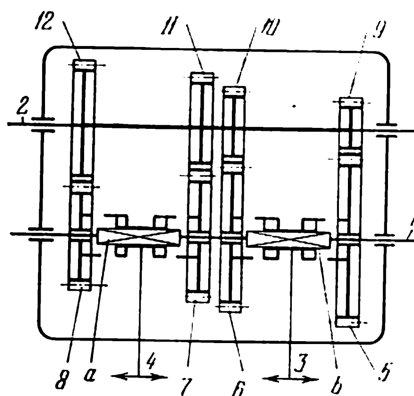


Les accouplements *3* et *4* glissent sur les guidages rectilignes *a* et *b* des arbres extérieurs *1* et *2*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir quatre vitesses selon que les accouplements *3* et *4* s'embrayent simultanément avec les roues *5* et *7*, *5* et *8* ou *6* et *7*, *6* et *8*. Les rapports de transmission i_{12} sont respectivement égaux à

$$i_{12}=\frac{z_9}{z_5}\frac{z_7}{z_{10}} \quad \text{ou} \quad i_{12}=\frac{z_9}{z_5}\frac{z_8}{z_{12}},$$

$$\text{ou} \quad i_{12}=\frac{z_{11}}{z_6}\frac{z_7}{z_{10}}, \quad \text{ou} \quad i_{12}=\frac{z_{11}}{z_6}\frac{z_8}{z_{12}},$$

où z_5, z_6, z_7, z_8, z_9, z_{10}, z_{11} et z_{12} sont les nombres de dents des roues *5*, *6*, *7*, *8*, *9*, *10*, *11* et *12*.



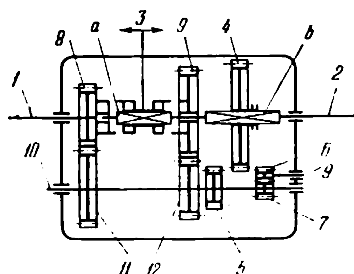
Les accouplements *4* et *3* glissent sur les guidages rectilignes *a* et *b* de l'arbre *1*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir quatre vitesses selon que les accouplements *3* et *4* s'embrayent avec les roues *5*, *6* ou *7*, *8*. Les rapports de transmission i_{12} sont respectivement égaux à

$$i_{12} = -\frac{z_9}{z_5} \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_{10}}{z_6},$$

$$\text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_{11}}{z_7}, \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_{12}}{z_8},$$

où z_5, z_6, z_7, z_8, z_9, z_{10}, z_{11} et z_{12} sont les nombres de dents des roues *5*, *6*, *7*, *8*, *9*, *10*, *11* et *12*.

565	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES RÉVERSIBLE À QUATRE ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENT	DC BV



La roue *8* est rigidement reliée à l'arbre *1*. L'accouplement *3* peut glisser le long du guidage rectiligne *a* de l'arbre *2*. La roue *9* tourne fou sur l'arbre *2*. La roue *4* peut glisser le long du guidage rectiligne *b* de l'arbre *2* et engrener avec les roues *5* ou *6*. La roue *6* tourne autour de l'arbre intermédiaire *9* et engrène avec la roue *7*. Les roues *7*, *5*, *12* et *11* sont rendues solidaires de l'arbre intermédiaire *10*. Lorsqu'on embraye l'accouplement *3* avec les roues *8* et *9* et on met en prises les roues *4* et *5*, on peut obtenir les trois rapports de transmission i_{12} suivants:

$$i_{12}=1,\quad i_{12}=\frac{z_{11}}{z_8}\frac{z_9}{z_{12}},\quad i_{12}=\frac{z_{11}}{z_8}\frac{z_4}{z_5},$$

où z_4, z_5, z_8, z_9, z_{11} et z_{12} sont les nombres de dents des roues *4*, *5*, *8*, *9*, *11* et *12*.

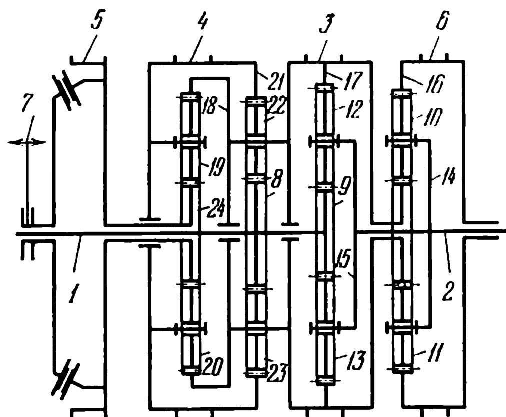
Si la roue *4* est mise en prise avec la roue *6*, le rapport de transmission i_{12} sera égal à

$$i_{12}=-\frac{z_{11}}{z_8}\frac{z_4}{z_7},$$

c.-à-d. que l'arbre *2* reçoit un mouvement inverse.

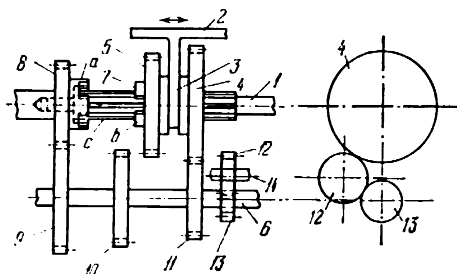
De cette façon, lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* possède trois vitesses différentes de marche avant et une vitesse de marche arrière.

566	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À QUATRE ÉTAGES AVEC TAMBOURS DE FREIN	DC BV



Les roues dentées *8* et *9* sont rigidement reliées à l'arbre *1*. Les satellites *10*, *11* et *12*, *13*, égaux et symétriquement disposés, tournent librement sur les porte-satellites *14* et *15*, solidaires de l'arbre *2*. La roue *16* à denture intérieure, rigidement reliée au tambour de frein *6*, engrène avec les satellites *10* et *11*. Les roues *17* et *18* à denture intérieure sont rendues solidaires du tambour de frein *3* et engrènent respectivement avec les satellites *12* et *13* et avec les satellites *19* et *20*. La roue *21* à denture intérieure, rigidement reliée au tambour de frein *4*, engrène avec les satellites *22* et *23*. La roue dentée *24*, rigidement reliée au tambour de frein *5*, engrène avec les satellites *19* et *20*. L'accouplement *7* effectue le freinage du tambour *5*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir quatre vitesses angulaires de marche avant, grâce au freinage effectué par les tambours *3*, *4*, *5* et grâce à l'embrayage de l'accouplement *7*, et une vitesse de marche arrière grâce au freinage effectué par le tambour *6*.

567	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES RÉVERSIBLE À QUATRE ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENT À CRABOTS	DC BV



La roue *8*, tournant fou sur l'arbre *1*, possède une couronne portant des cames *a*, qui peut embrayer avec la couronne à came *7* du moyeu *3* glissant sur les cannelures *c* de l'arbre *1*. Les roues *4* et *5* sont rigidement reliées au moyeu *3*. Lorsqu'on déplace le levier *2* vers la gauche, les cames *b* de la couronne *7* embrayent avec les cames *a* et la rotation est transmise à l'arbre *6* à l'aide des roues *8* et *9*. Le rapport de transmission i_{16} est égal à

$$i_{16} = -\frac{z_9}{z_8},$$

où z_8 et z_9 sont les nombres de dents des roues *8* et *9*. Lorsqu'on met en prises les roues *4* et *11* ou *5* et *10*, les rapports de transmission sont respectivement égaux à

$$i_{16} = -\frac{z_{11}}{z_4} \quad \text{et} \quad i_{16} = -\frac{z_{10}}{z_5},$$

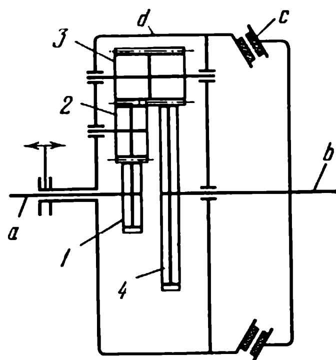
où z_4, z_5, z_{10} et z_{11} sont les nombres de dents des roues *4*, *5*, *10* et *11*. Lorsqu'on déplace le levier *2* vers la droite, la roue *4* peut entrer en prise avec la roue intermédiaire *12*, solidaire de l'arbre *14* dont l'axe de rotation ne coïncide pas avec le plan où sont situés les axes des roues *1* et *6*. Le rapport de transmission i_{16} est en ce cas-là égal à

$$i_{16} = \frac{z_{13}}{z_4}$$

et l'arbre *6* effectue un mouvement inverse.

De cette façon, lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *6* possède trois vitesses différentes de marche avant et une vitesse de marche arrière.

568	MÉCANISME DENTÉ DE L'ACCOUPLEMENT RÉVERSIBLE DE DÉBRAYAGE AVEC TAMBOUR DE FREIN	DC BV

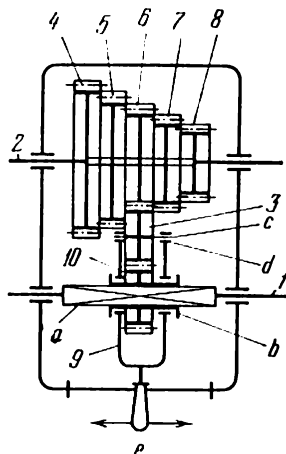


L'arbre *a* transmet la rotation à l'arbre *b* à l'aide des roues dentées *2*, *3* et *4*. Lorsque l'accouplement *c* est débrayé et le tambour *d* est desserré, les arbres *a* et *b* tournent à des vitesses angulaires de même signe et de même valeur. Quand le tambour *d* est freiné et quand l'accouplement *c* est embrayé, les arbres *a* et *b* tournent à des vitesses angulaires de signe contraire. La valeur du rapport de transmission i_{ab} est alors égale à

$$i_{ab} = -\frac{z_4}{z_1},$$

où z_1 et z_4 sont les nombres de dents des roues *1* et *4*. Quand le tambour *d* est desserré et l'accouplement *c* est débrayé, les satellites *2* et *3* roulent sur les roues *1* et *4* et s'il y a un moment résistant sur l'arbre *b*, ce dernier restera immobile.

569	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À CINQ ÉTAGES AVEC CHAPE TOURNANTE	DC BV

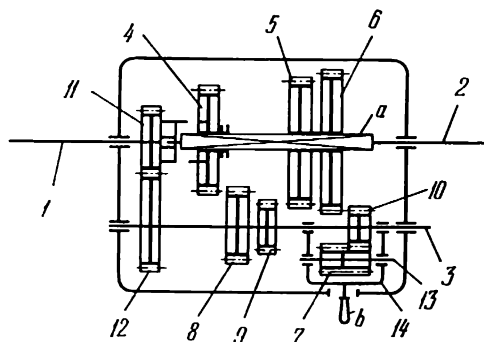


La chape *9* tourne autour de l'axe du coulisseau cylindrique *b* glissant sur le guide rectiligne *a* de l'arbre *1*. La roue *10*, rigidement reliée au coulisseau *b*, engrène avec la roue *3* dont l'axe *c* tourne dans les paliers *d* de la chape *9*. La roue *3* peut être amenée en prise avec l'une des cinq roues *4*, *5*, *6*, *7* et *8*, solidaires de l'axe *2*. La mise en prise de la roue *3* est réalisée à l'aide de la poignée *e* par rotation et déplacement de la chape *9* autour de l'axe *1* et le long de cet axe. Pour la position de la roue *3* représentée sur la figure, le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{z_6}{z_{10}},$$

où z_6 et z_{10} sont les nombres de dents des roues *6* et *10*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir cinq vitesses différentes selon que la roue *4*, *5*, *6*, *7* ou *8* qui est en prise avec la roue *3*.

MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES RÉVERSIBLE À CINQ ÉTAGES



La roue *11* est rigidement reliée à l'arbre *1*. Les roues *4*, *5* et *6* peuvent glisser sur le guidage rectiligne *a* de l'arbre *2*. Les roues *12*, *8*, *9* et *10* sont solidaires de l'arbre intermédiaire *3*. En amenant les roues *4*, *5* et *6* en prise avec les roues *8*, *9* et *10*, on obtient trois rapports de transmission différents i_{12}. On a donc

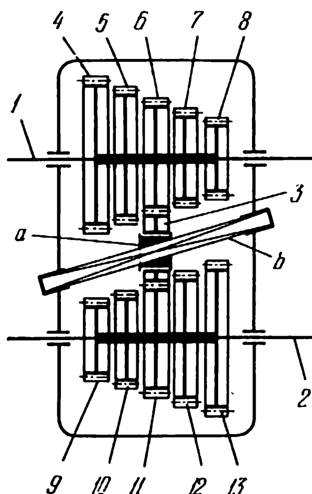
$$i_{12}=\frac{z_{12}}{z_{11}}\frac{z_4}{z_8}, \quad i_{12}=\frac{z_{12}}{z_{11}}\frac{z_5}{z_9}, \quad i_{12}=\frac{z_{12}}{z_{11}}\frac{z_6}{z_{10}}.$$

Le cadre *14* portant une poignée *b* peut tourner librement autour de l'axe de l'arbre *3* et il possède un arbre intermédiaire *13* qui est solidaire de la roue *7*. Cette dernière engrène avec la roue *10*. En tournant le cadre *14* par la poignée *b*, on peut amener la roue *7* en prise avec la roue *6*. Le rapport de transmission i_{12} est alors égal à

$$i_{12}=-\frac{z_{12}}{z_{11}}\frac{z_6}{z_{10}}$$

et l'arbre *2* effectue un mouvement inverse. Quand les roues *4* et *11* sont mises en prise, le rapport de transmission $i_{12}=1$. De cette façon, lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir quatre vitesses différentes de marche avant et une vitesse de marche arrière.

571	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À CINQ ÉTAGES AVEC GUIDAGE OBLIQUE	DC BV

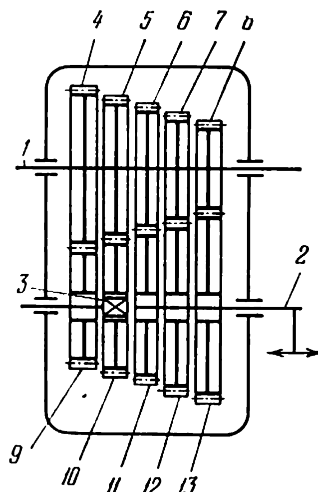


La roue *3* tourne autour de l'axe du coulisseau cylindrique *a* glissant sur un guidage rectangulaire oblique *b*. Les arbres *1* et *2* sont chacun rigidement reliés aux cinq roues qui satisfont à la condition d'égalité des sommes des rayons des cercles primitifs des roues opposées. En déplaçant la roue *3* suivant le guidage *b*, on peut la mettre en prise avec chaque paire de roues opposées. Lorsque la roue *3* se trouve dans la position représentée sur la figure, le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{z_{11}}{z_6},$$

où z_6 et z_{11} sont les nombres de dents des roues *6* et *11*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir cinq vitesses différentes selon que la roue *3* engrène avec l'une des paires de roues *4*, *9*; *5*, *10*; *6*, *11*; *7*, *12* ou *8*, *13*.

572	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À CINQ ÉTAGES AVEC CLAVETTE COULISSANTE	DC BV

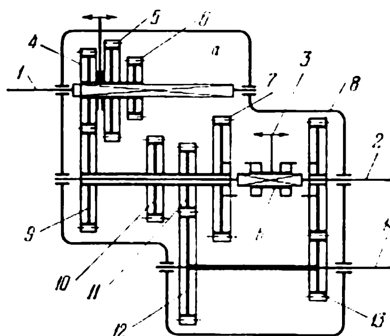


Les roues *4*, *5*, *6*, *7* et *8* sont rigidement reliées à l'arbre *1*. Les roues *9*, *10*, *11*, *12* et *13* tournent librement sur l'arbre *2*. La clavette coulissante *3* peut se déplacer suivant l'arbre *2*, en réalisant ainsi la liaison rigide de ce dernier avec l'une des roues *9*, *10*, *11*, *12* ou *13* et en mettant cette roue en prise avec les roues correspondantes *4*, *5*, *6*, *7* et *8*. Les roues *4*, *5*, *6*, *7* et *8* et *9*, *10*, *11*, *12*, *13* satisfont à la condition d'égalité des sommes des rayons des cercles primitifs des roues opposées. Lorsque la clavette *3* se trouve dans la position représentée sur la figure, le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = -\frac{z_{10}}{z_5},$$

où z_5 et z_{10} sont les nombres de dents des roues *5* et *10*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir cinq vitesses différentes selon que la roue *9*, *10*, *11*, *12* ou *13* est rigidement liée avec l'arbre *2* au moyen de la clavette *3*.

573	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À SIX ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENT MONTÉ SUR L'ARBRE MENÉ	DC BV



Les roues *4*, *5* et *6* glissent sur le guidage rectiligne *a* de l'arbre *1* et engrènent avec les roues rigidement reliées *9*, *10* et *7* correspondantes. Ces dernières ainsi que la roue *11* sont librement montées sur l'arbre *2*. L'arbre intermédiaire *14* est solidaire des roues *12* et *13* qui engrènent avec les roues *11* et *8*. L'accouplement *3* glisse sur le guidage rectangulaire *b* de l'arbre mené *2* et peut embrayer avec la roue *7* ou la roue *8*. Lorsqu'on met en prise les roues *4* et *9* et on embraye l'accouplement *3* avec la roue *7*, le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = -\frac{z_9}{z_4}.$$

Si l'accouplement *3* est embrayé avec la roue *8*, le rapport de transmission i_{12} sera égal à

$$i_{12} = -\frac{z_9}{z_4}\frac{z_{12}}{z_{11}}\frac{z_8}{z_{13}}.$$

Si l'on met en prise les roues *5* et *10*, les rapports de transmission i_{12} sont égaux à

$$i_{12} = -\frac{z_{10}}{z_5} \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_{10}}{z_5}\frac{z_{12}}{z_{11}}\frac{z_8}{z_{13}}$$

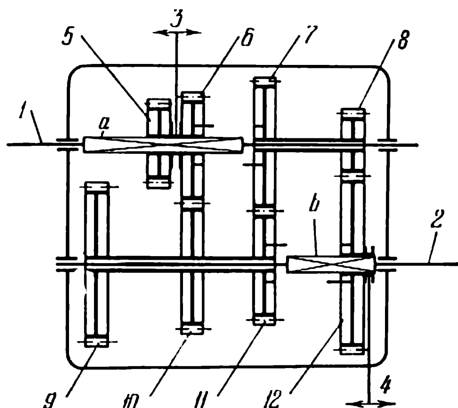
et, enfin, en amenant en prise les roues *6* et *7*, on a

$$i_{12} = -\frac{z_7}{z_6} \quad \text{ou} \quad i_{12} = -\frac{z_7}{z_6}\frac{z_{12}}{z_{11}}\frac{z_8}{z_{13}},$$

où z_4, z_5, z_6, z_7, z_8, z_9, z_{10}, z_{11}, z_{12} et z_{13} sont respectivement les nombres de dents des roues *4*, *5*, . . ., *13*.

De cette façon, lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir six vitesses différentes.

574	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOITE DE VITESSES À SIX ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENTS MONTÉS SUR LES ARBRES MENANT ET MENÉ	DC BV



Les roues *5* et *6* rigidement reliées entre elles peuvent glisser sur le guidage rectangulaire *a* de l'arbre *1*. Les roues *7* et *8*, rigidement reliées entre elles, tournent librement autour d un axe *1*. Les roues *9*, *10* et *11*, rigidement reliées entre elles également, tournent librement autour d'un axe *2*. La roue *12* peut glisser sur un guidage rectangulaire *b*. Les accouplements *3* et *4* peuvent embrayer avec les roues *7* et *11*. Les accouplements *3* et *4* n'étant pas embrayés, le rapport de transmission i_{12} sera égal à

$$i_{12} = -\frac{z_{10}}{z_6}\frac{z_7}{z_{11}}\frac{z_{12}}{z_8},$$

si les roues *6* et *10* sont en prise, et sera égal à

$$i_{12} = -\frac{z_9}{z_5}\frac{z_7}{z_{11}}\frac{z_{12}}{z_8},$$

si les roues *5* et *9* sont en prise. L'accouplement *3* étant embrayé avec la roue *7* et l'accouplement *4* n'étant pas embrayé, le rapport de transmission i_{12} sera égal à

$$i_{12} = -\frac{z_{12}}{z_8}.$$

Si l'accouplement *3* est embrayé avec la roue *7* et l'accouplement *4* avec la roue *11*, le rapport de transmission i_{12} sera égal à

$$i_{12} = -\frac{z_{11}}{z_7}.$$

L'accouplement *3* n'étant pas embrayé avec la roue *7* et l'accouplement *4* étant embrayé avec la roue *11*, le rapport de transmission i_{12} sera égal à

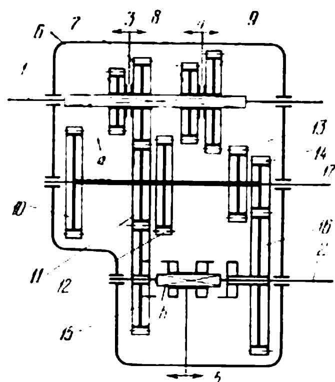
$$i_{12} = -\frac{z_{10}}{z_6}.$$

Si les roues *5* et *9* sont en prise, le rapport de transmission i_{12} sera égal à

$$i_{12} = -\frac{z_9}{z_5}.$$

Les grandeurs z_5, z_6, z_7, z_8, z_9, z_{10}, z_{11} et z_{12} sont respectivement les nombres de dents des roues *5*, *6*, . . ., *12*. De cette façon, lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* possède six vitesses différentes.

575	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À HUIT ÉTAGES AVEC DEUX PAIRES DE ROUES COULISSANTES ET D'ACCOUPLEMENTS	DC BV



Les roues *6*, *7* et *8*, *9* rigidement reliées entre elles peuvent glisser dans le guidage rectangulaire *a* de l'arbre *1*. L'accouplement *5* peut glisser dans le guidage rectangulaire *b* de l'arbre *2* et peut embrayer avec les roues *15* ou *16*. Les roues *10*, *11*, *12*, *13* et *14* sont solidaires de l'arbre intermédiaire *17*. Les roues *15* et *16* peuvent tourner librement sur l'arbre *2*. Si l'accouplement *5* est embrayé avec la roue *15*, on obtient quatre rapports de transmission différents i_{12} selon que la roue *6*, *7*, *8* ou *9* est en prise avec l'une des roues *10*, *11*, *12* ou *13*. On a

$$i_{12}=\frac{z_{10}}{z_6}\,\frac{z_{15}}{z_{11}}, \quad i_{12}=\frac{z_{15}}{z_7},$$

$$i_{12}=\frac{z_{12}}{z_8}\,\frac{z_{15}}{z_{11}}, \quad i_{12}=\frac{z_{13}}{z_9}\,\frac{z_{15}}{z_{11}}.$$

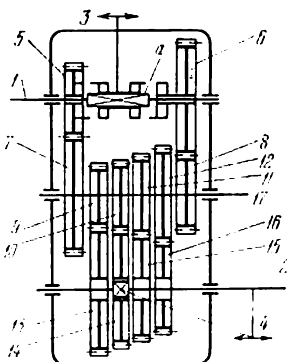
Si l'accouplement *5* est embrayé avec la roue *16*, on obtient également quatre rapports de transmission différents i_{12}. On a

$$i_{12}=\frac{z_{10}}{z_6}\,\frac{z_{16}}{z_{14}}, \quad i_{12}=\frac{z_{11}}{z_7}\,\frac{z_{16}}{z_{14}},$$

$$i_{12}=\frac{z_{12}}{z_8}\,\frac{z_{16}}{z_{14}}, \quad i_{12}=\frac{z_{13}}{z_9}\,\frac{z_{16}}{z_{14}}.$$

Les grandeurs $z_6, \ldots, z_{16}$ sont les nombres de dents des roues correspondantes *6*, ..., *16*. De cette façon, lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* possède huit vitesses différentes.

576	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À HUIT ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENT ET CLAVETTE COULISSANTE	DC BV



Les roues *5* et *6* tournent librement sur l'arbre *1*. L'accouplement *3* glisse sur le guidage rectangulaire *a* de l'arbre *1* et peut embrayer avec les roues *5* et *6*. Les roues *7*, *9*, *10*, *11*, *12* et *8* sont rigidement reliées à l'arbre intermédiaire *17*. Les roues *13*, *14*, *15* et *16* tournent librement sur l'arbre *2*. La clavette rectangulaire coulissante *4* de l'arbre *2* peut s'accoupler avec l'une des roues *13*, *14*, *15* et *16*. Les dimensions des roues *9*, *10*, *11*, *12* et *13*, *14*, *15*, *16* satisfont à la condition d'égalité de la somme des rayons des cercles primitifs de chacune des deux roues opposées. Lorsque l'accouplement *3* est embrayé avec la roue *5*, on obtient quatre rapports de transmission différents en fonction de la position de la clavette coulissante *4*. On a

$$i_{12} = \frac{z_7}{z_5}\frac{z_{13}}{z_9}, \quad i_{12} = \frac{z_7}{z_5}\frac{z_{14}}{z_{10}},$$

$$i_{12} = \frac{z_7}{z_5}\frac{z_{15}}{z_{11}}, \quad i_{12} = \frac{z_7}{z_5}\frac{z_{16}}{z_{12}}.$$

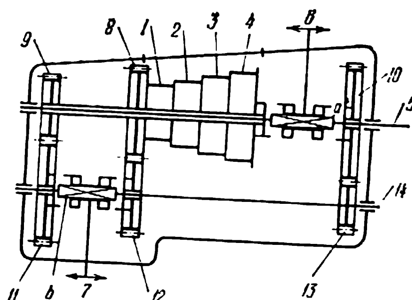
Si l'accouplement *3* est embrayé avec la roue *6*, on obtient également quatre rapports de transmission différents. On a

$$i_{12} = \frac{z_8}{z_6}\frac{z_{13}}{z_9}, \quad i_{12} = \frac{z_8}{z_6}\frac{z_{14}}{z_{10}},$$

$$i_{12} = \frac{z_8}{z_6}\frac{z_{15}}{z_{11}}, \quad i_{12} = \frac{z_8}{z_6}\frac{z_{16}}{z_{12}}.$$

Les grandeurs $z_5, \ldots, z_{16}$ sont les nombres de dents des roues *5* ÷ *16*. De cette façon, lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* possède huit vitesses différentes.

577	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À DOUZE ÉTAGES AVEC ÉLÉMENT FLEXIBLE	DC BV



Les poulies *1*, *2*, *3* et *4* rigidement reliées entre elles et les roues *8* et *9* tournent librement sur l'arbre *5*. Les roues *11* et *12* tournent librement sur l'arbre intermédiaire *14*. La roue *13* est rigidement reliée à l'arbre *14*. La roue *10* tourne librement sur l'arbre *5*. Les accouplements *6* et *7* peuvent glisser sur les guidages rectilignes *a* et *b* des arbres *5* et *14*. Si l'accouplement *6* est embrayé avec la poulie étagée et si l'accouplement *7* reste non embrayé, on peut obtenir quatre rapports de transmission différents en fonction de la poulie sur laquelle est mise la courroie. On a

$$i_1 = \frac{R}{R_1}, \quad i_2 = \frac{R}{R_2}, \quad i_3 = \frac{R}{R_3}, \quad i_4 = \frac{R}{R_4},$$

où R est le rayon de la poulie menante, et R_1, R_2, R_3 et R_4 les rayons des poulies *1*, *2*, *3* et *4*. Si l'accouplement *6* est embrayé avec la roue *10* et l'accouplement *7* avec la roue *11*, on obtient également quatre rapports de transmission. On a

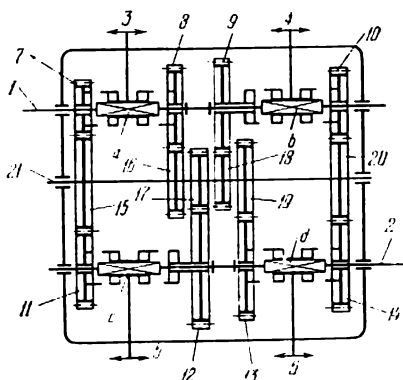
$$i_{15} = i_i \frac{z_{11}}{z_9} \frac{z_{10}}{z_{13}},$$

où $i = 1, 2, 3, 4$ et z_9, z_{10}, z_{11}, z_{13} sont les nombres de dents des roues *9*, *10*, *11* et *13*. Si l'accouplement *6* est embrayé avec la roue *10* et l'accouplement *7* avec la roue *12*, on aura encore quatre rapports de transmission, à savoir

$$i_{i5} = i_i \frac{z_{12}}{z_8} \frac{z_{10}}{z_{13}},$$

où $i = 1, 2, 3, 4$ et z_8, z_{10}, z_{12} et z_{13} sont les nombres de dents des roues *8*, *10*, *12* et *13*. De cette façon, lorsque l'arbre menant tourne, l'arbre mené *5* possède douze vitesses différentes.

578	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À SEIZE ÉTAGES AVEC QUATRE ACCOUPLEMENTS	DC BV



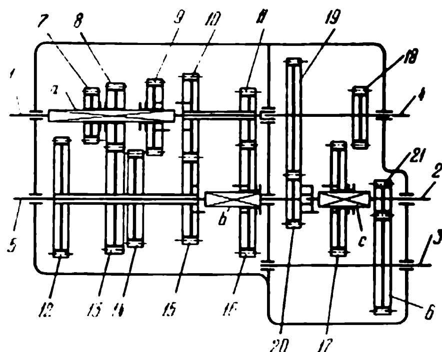
Les roues *7*, *8*, *9* et *10* tournent librement sur l'arbre *1*. Les roues *11*, *12*, *13* et *14* tournent librement sur l'arbre *2*. Les roues *15*, *16*, *17*, *18*, *19* et *20* sont rigidement liées à l'arbre intermédiaire *21*. Quatre accouplements *3*, *4*, *5* et *6*, symétriquement disposés, peuvent glisser sur les guidages rectangulaires *a*, *b*, c et *d* des arbres *1* et *2*. Les accouplements peuvent être embrayés avec les roues *7*, *8*, *9*, *10*, *11*, *12*, *13* et *14*. L'un des accouplements appartient à l'arbre *1* et l'autre à l'arbre *2*. C'est ainsi que si l'accouplement *3* est embrayé avec la roue *7*, l'accouplement *5* avec les roues *11* et *12* successivement, et l'accouplement *6* avec les roues *13* et *14*, on peut obtenir quatre rapports de transmission différents i_{12}. On a

$$i_{12}=\frac{z_{11}}{z_7}, \quad i_{12}=\frac{z_{15}}{z_7}\frac{z_{12}}{z_{17}},$$

$$i_{12}=\frac{z_{15}}{z_7}\frac{z_{13}}{z_{19}}, \quad i_{12}=\frac{z_{15}}{z_7}\frac{z_{14}}{z_{20}},$$

où z_7, z_8, z_{11}, z_{12}, z_{13}, z_{14}, z_{15}, z_{19} et z_{20} sont les nombres de dents des roues *7*, *8*, *11*, *12*, *13*, *14*, *15*, *19* et *20*. L'accouplement *3* étant embrayé avec la roue *8* et les accouplements *5* et *6* avec les roues *11*, *12*, *13* et *14* successivement, on obtient encore quatre rapports de transmission différents. De la même façon, il est possible d'obtenir huit rapports de transmission, en embrayant l'accouplement *4* avec les roues *9* et *10* et les accouplements *5* et *6* avec les roues *11*, *12* et *13*, *14*. De cette façon, lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* possède seize vitesses différentes.

579	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À SEIZE ÉTAGES AVEC TROIS ARBRES MENÉS	DC BV



Les roues *7*, *8* et *9* peuvent glisser sur le guidage rectangulaire *a* de l'arbre menant *1* et entrer en prise avec les roues *12*, *13* et *14* rigidement reliées entre elles et tournant librement sur un arbre intermédiaire *5* portant la roue *15* qui engrène avec la roue *10*. Les roues *10* et *11* tournent librement sur l'arbre *1*. L'arbre *5* comporte un guidage rectangulaire *b*, sur lequel peut glisser la roue *16* en désengrenant de la roue *11* et en mettant en prise la roue *15*. La roue *20*, solidaire de l'arbre *5*, engrène avec la roue *19*. Les roues *18* et *19* sont rigidement reliées à l'arbre *4* qui constitue l'un des arbres menés. Le deuxième arbre mené *2* possède un guidage rectangulaire *c*, sur lequel peut glisser la roue *17* qui entre en prise avec la roue *18* et s'accouple avec la roue *20*. La roue *21*, rigidement reliée à l'arbre *2*, entre en prise avec la roue *6* qui est rendue solidaire du troisième arbre mené *3*. De cette façon, lorsque l'arbre menant *1* tourne, les arbres menés *2*, *3* et *4* tournent à des vitesses différentes. Si on met en prise les roues *8* et *13*, les roues *10* et *15* et les roues *18* et *17*, les rapports de transmission i_{12}, i_{13}, i_{14} sont tels que

$$i_{12} = -\frac{z_{13}}{z_8}\frac{z_{10}}{z_{15}}\frac{z_{16}}{z_{11}}\frac{z_{19}}{z_{20}}\frac{z_{17}}{z_{18}},$$

$$i_{13} = \frac{z_{13}}{z_8}\frac{z_{10}}{z_{15}}\frac{z_{16}}{z_{11}}\frac{z_{19}}{z_{20}}\frac{z_{17}}{z_{18}}\frac{z_6}{z_{21}}, \quad i_{14} = \frac{z_{13}}{z_8}\frac{z_{10}}{z_{15}}\frac{z_{16}}{z_{11}}\frac{z_{19}}{z_{20}}.$$

Si les mêmes roues sont en prise et si la roue *17* est reliée à la roue *20*, les rapports de transmission i_{12}, i_{13}, i_{14} seront tels que

$$i_{12} = -\frac{z_{13}}{z_8}\frac{z_{10}}{z_{15}}\frac{z_{16}}{z_{11}}, \quad i_{13} = \frac{z_{13}}{z_8}\frac{z_{10}}{z_{15}}\frac{z_{16}}{z_{11}}\frac{z_6}{z_{21}},$$

$$i_{14} = \frac{z_{13}}{z_8}\frac{z_{10}}{z_{15}}\frac{z_{16}}{z_{11}}\frac{z_{19}}{z_{20}},$$

c.-à-d. que le rapport de transmission i_{14} reste invariable. De façon analogue, on obtient les rapports de transmission, si l'on met en prise les roues *7* et *12* ou *9* et *14*. Si les roues *7* et *8* ne sont pas en prise, et si la roue *17* est reliée à la roue *20* et la roue *9* à la roue *10*, les rapports de transmission i_{12}, i_{13} et i_{14} seront tels que

$$i_{12} = -\frac{z_{16}}{z_{11}}; \quad i_{13} = \frac{z_{16}}{z_{11}}\frac{z_6}{z_{21}}, \quad i_{14} = \frac{z_{16}}{z_{11}}\frac{z_{19}}{z_{20}}.$$

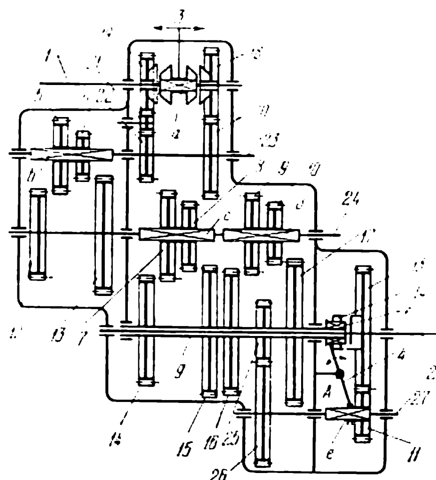
Les huit autres rapports de transmission peuvent être obtenus en embrayant la roue *16* avec la roue *15* et en mettant en prise les roues *7*, *8*, *9* avec les roues *12*, *13*, *14* et la roue *17* avec la roue *18*. De cette façon, lorsque l'arbre *1* tourne, les arbres *2*, *3* et *4* peuvent avoir seize vitesses différentes.

580

MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À SEIZE ÉTAGES AVEC ACCOUPLEMENT À FRICTION ET ROUES COULISSANTES

DC

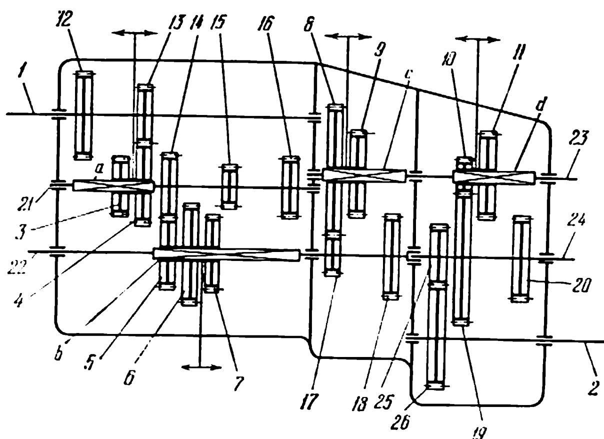
BV



Les disques de l'accouplement à friction *3* peuvent glisser sur le guidage rectangulaire *a* de l'arbre *1* et s'accoupler avec la roue *18* ou *19* tournant librement autour de l'arbre *1*. La roue *19* peut entrer en prise avec le pignon parasite *21* qui engrène, à son tour, avec la roue *22* rendue solidaire de l'arbre *23*. La roue *18* vient en prise avec la roue *20* solidaire de l'arbre *23*. Les roues *5* et *6* peuvent glisser sur le guidage rectangulaire *b* de l'arbre *23* et entrer en prise avec les roues *12* et *13* solidaires de l'arbre *24*. Les roues *7*, *8*, *9*, *10* peuvent glisser sur les guidages rectangulaires *c* et *d* de l'arbre *24*. Les roues *7*, *8* et *9*, *10* peuvent engrener respectivement avec les roues *14*, *15* et *16*, *17* tournant librement sur l'arbre *2*. La roue *25*, rigidement reliée aux roues *14*, *15* et *16*, *17*, engrène avec la roue *26*, solidaire de l'arbre intermédiaire *27*. L'accouplement *14* peut glisser sur le guidage rectangulaire *f* du manchon *e*. On embraye l'accouplement *14* avec la roue *13*, rigidement reliée à l'arbre *2*, en faisant pivoter l'entraîneur *4* autour d'un axe fixe *A*. En même temps la roue *11* engrène ou désengrène de la roue *13* par suite du déplacement de la roue *11* dans le guidage rectangulaire *k* de l'arbre *27*.

Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* possède seize vitesses différentes selon que l'accouplement *3* ou *14* est embrayé et selon les roues coulissantes qui sont en prise.

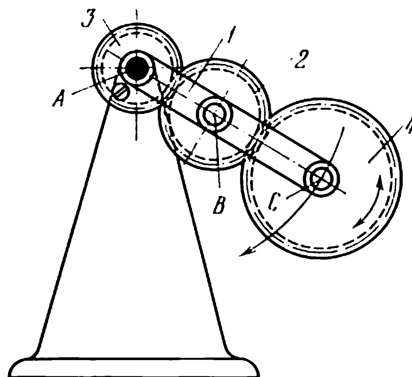
581	MÉCANISME DENTÉ DE LA BOÎTE DE VITESSES À VINGT-QUATRE ÉTAGES AVEC ROUES COULISSANTES	DC BV



Les roues *12* et *13*, solidaires de l'arbre *1*, peuvent engrener avec l'une des roues *3* ou *4* glissant sur le guidage rectangulaire *a* de l'arbre intermédiaire *21*, auquel sont rigidement reliées les roues *14*, *15* et *16*. Les roues *5*, *6* et *7* rigidement reliées entre elles peuvent glisser sur le guidage rectangulaire *b* de l'arbre intermédiaire *22* et engrener avec l'une des roues *14*, *15* ou *16*. Les roues *8*, *9* et *10*, *11* rigidement reliées entre elles peuvent glisser sur les guidages rectangulaires *c* et *d* de l'arbre intermédiaire *23* et engrener avec les roues *17*, *18*, solidaires de l'arbre *22*, et avec les roues *19*, *20*, solidaires de l'arbre *24*. La roue *25*, solidaire de l'arbre *24*, engrène avec la roue *26*, solidaire de l'arbre *2*. Lorsque l'arbre *1* tourne, l'arbre *2* peut avoir vingt-quatre vitesses différentes suivant que ce sont les roues coulissantes *3*, *4* ou *5*, *6*, *7* ou *8*, *9* ou *10*, *11* qui viennent en prise avec les roues correspondantes rigidement reliées aux arbres *1*, *21*, *22*, *24* et *2*.

2. Mécanismes des boîtes de vitesses planétaires et des réducteurs (582-611)

582	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ AVEC UN ENGRENAGE FIXE ET DEUX SATELLITES	DC BP

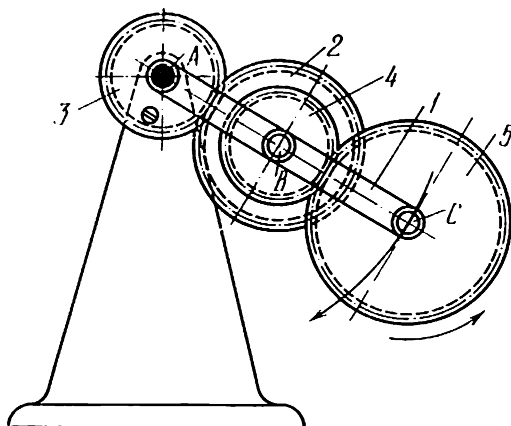


Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, constitue un couple de rotation *B* avec le satellite *2*. Le satellite *2* engrène avec la roue dentée fixe *3* et le satellite *4*. Les nombres de tours par minute n_1 du porte-satellites *1* et n_4 de la roue *4* satisfont à la condition

$$n_4 = n_1 \frac{z_4 - z_3}{z_4}$$

où z_3 et z_4 sont les nombres de dents des roues *3* et *4*.

583	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ AVEC UN ENGRENAGE FIXE ET TROIS SATELLITES	DC BP

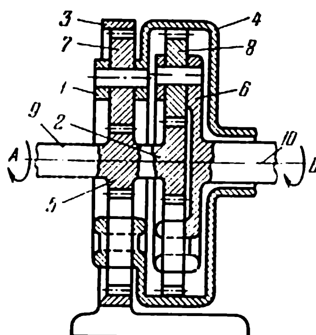


Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, constitue un couple de rotation *B* avec les satellites *2* et *4*, rigidement reliés entre eux et un couple de rotation *C* avec le satellite *5*. Le satellite *2* vient en prise avec la roue dentée fixe *3*. Le satellite *4* engrène avec le satellite *5*. Les nombres de tours par minute n_1 de l'arbre *1* et n_5 de la roue *5* satisfont à la condition

$$n_5 = n_1 \frac{z_2 z_5 - z_3 z_4}{z_2 z_5},$$

où z_2, z_3, z_4 et z_5 sont les nombres de dents des roues *2*, *3*, *4* et *5*.

584	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ AVEC DEUX ÉLÉMENTS MENÉS	DC BP



Les roues dentées *2* et *5*, solidaires de l'arbre *9* tournant autour d'un axe fixe *A*, engrènent avec les satellites *8* et *7*. Le satellite *7* engrène intérieurement avec la roue fixe *3*. Le porte-satellites *1* comporte la couronne dentée *4* qui engrène intérieurement avec le satellite *8*. Le porte-satellites *6* est rigidement lié à l'arbre *10*, mobile autour d'un axe fixe *B*. La couronne *4* tourne librement sur l'arbre *10*. L'arbre menant *9* transmet donc à deux éléments menés, l'arbre *10* et la couronne *4*, une rotation dans le même sens. Les nombres de tours par minute n_5, n_4 et n_6 des roues *5*, *4* et du porte-satellites *6* sont liés par les conditions

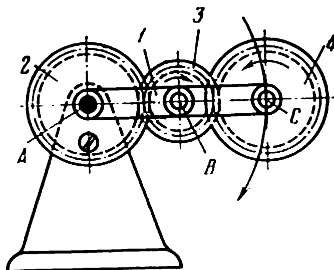
$$n_4 = n_5 \frac{z_3}{z_3 + z_5}$$

et

$$n_6 = n_5 \frac{z_2 (z_3 + z_5) + z_4 z_3}{(z_2 + z_4)(z_3 + z_5)},$$

où z_2, z_3, z_4 et z_5 sont les nombres de dents des roues *2*, *3*, *4* et *5*.

585	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ DE FERGUSSON	DC BP

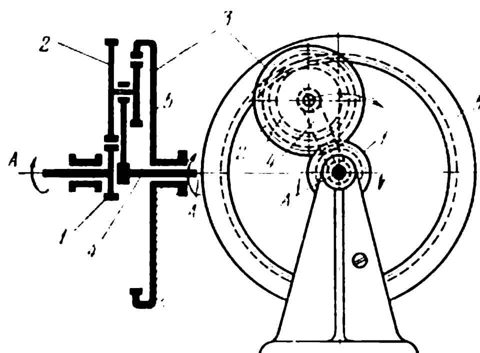


Le porte-satellites *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue *3* constitue un couple de rotation *B* avec le porte-satellites *1* et engrène avec la roue fixe *2* et la roue mobile *4* qui constitue, à son tour, un couple de rotation *C* avec le porte-satellites *1*. Les nombres de tours par minute n_1 du porte-satellites *1* et n_4 de la roue *4* sont liés par la condition

$$n_4 = n_1 \frac{z_4 - z_2}{z_4},$$

où z_2 et z_4 sont les nombres de dents des roues *2* et *4*. Si les dimensions des roues *2* et *4* sont égales, on observe le « paradoxe de Fergusson », autrement dit, la roue *4* effectue un mouvement de translation circulaire.

586	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS D'UN RÉDUCTEUR À ENGRÈNEMENT INTÉRIEUR UNIQUE	DC BP



Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, constitue un couple de rotation avec le satellite *2* qui engrène intérieurement avec la roue dentée *4* et extérieurement avec la roue dentée fixe *3*. Lorsque le porte-satellites *1* tourne, la roue *2* roule sur la roue *3* en imprimant le mouvement à la roue *4* tournant autour de l'axe *A*. Pour observer la condition de coaxialité des éléments *4* et *3*, les nombres de dents z_2, z_3 et z_4 des roues *2*, *3* et *4* doivent satisfaire à la condition

$$z_4 = z_3 + 2z_2.$$

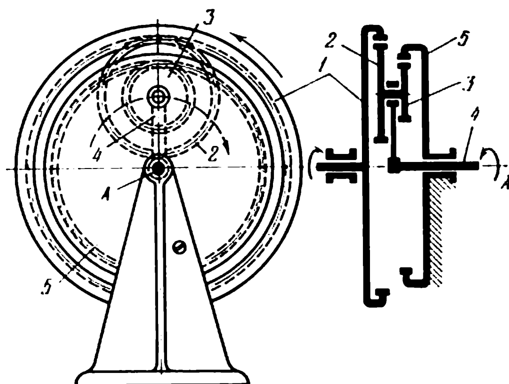
Les nombres de tours par minute n_1 du porte-satellites *1* et n_4 de la roue *4* satisfont à la condition

$$n_4 = n_1 \frac{z_3 + z_4}{z_4}.$$

Le porte-satellites *1* et la roue *4* tournent dans le même sens.

Voir 594

587	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS D'UN RÉDUCTEUR AVEC DEUX ENGRÈNEMENTS INTÉRIEURS	DC BP



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène intérieurement avec le satellite *2* rendu solidaire du satellite *3* qui engrène intérieurement avec la roue dentée fixe *5*. Le porte-satellites *4* tournant autour de l'axe fixe *A* constitue un couple de rotation avec les satellites *2* et *3*. Pour observer la condition de coaxialité des éléments *1* et *4*, les nombres de dents z_1, z_2, z_3 et z_5 des roues *1*, *2*, *3* et *5* doivent satisfaire à la condition

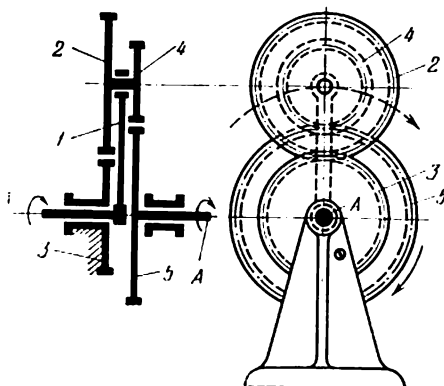
$$z_1 + z_3 = z_2 + z_5.$$

Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et n_4 du porte-satellites *4* satisfont à la condition

$$n_4 = -n_1 \frac{z_1 z_3}{z_2 z_5 - z_1 z_3}.$$

Pour les rapports des dimensions des éléments du mécanisme indiqués sur la figure, la roue *1* et le porte-satellites *4* tournent dans les sens opposés.

588 | MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS D'UN RÉDUCTEUR AVEC DEUX ENGRÈNEMENTS EXTÉRIEURS | DC BP



Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe $A - A$, forme un couple de rotation avec les satellites *2* et *4* solidaires l'un de l'autre. Le satellite *2* engrène avec la roue dentée fixe *3*, et le satellite *4* engrène avec la roue dentée *5* tournant autour de l'axe fixe $A - A$. Pour observer la condition de coaxialité des éléments *1* et *5*, les nombres de dents z_2, z_3, z_4 et z_5 des roues *2*, *3*, *4* et *5* doivent satisfaire à la condition

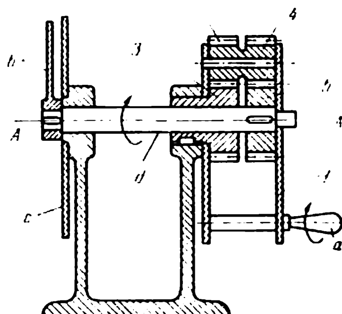
$$z_2 + z_3 = z_4 + z_5.$$

Les nombres de tours par minute n_1 du porte-satellites *1* et n_5 de la roue *5* satisfont à la condition

$$n_5 = n_1 \frac{z_2 z_5 - z_3 z_4}{z_2 z_5}.$$

Pour les rapports des dimensions des éléments du mécanisme indiqués sur la figure, le porte-satellites *1* et la roue *5* tournent dans le même sens.

589	MODÈLE D'UN MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS	DC BP

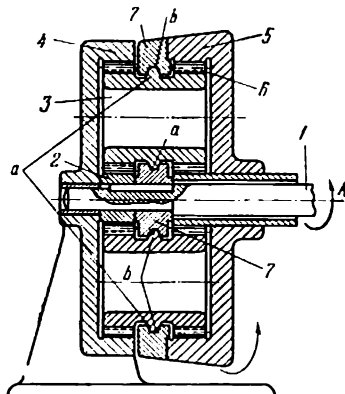


Le porte-satellites *1* muni de la poignée *a* tourne autour d'un axe fixe $A - A$, en formant un couple de rotation avec les satellites *2* et *4*. Le satellite *2* engrène avec la roue dentée fixe *3*, et le satellite *4* engrène avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe $A - A$. L'aiguille *b* est calée sur l'arbre de la roue *5*. Les nombres de dents des roues sont égaux à $z_2 = z_5 = 20$ et $z_4 = z_3 = 19$. Avec les nombres de dents ci-dessus, le rapport de transmission i_{51} est égal à

$$i_{51} = 1 - \frac{z_4 z_3}{z_5 z_2} = 1 - \frac{19 \cdot 19}{20 \cdot 20} = \frac{39}{400} \approx \frac{1}{10}.$$

L'aiguille *b* effectue donc un tour, tandis que le porte-satellites *1* en fait dix. L'angle de rotation de l'aiguille *b* est enregistré sur un disque fixe *c*.

590	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UN RÉDUCTEUR AVEC UN PORTE-SATELLITES ANNULAIRE	DC BP



La roue dentée *2*, solidaire de l'arbre *1*, tourne autour d'un axe fixe *A* et vient en prise avec le satellite *3* solidaire du satellite *6*. Les satellites *3* et *6* comportent des anneaux *a* qui s'engagent dans les gorges *b* de la roue dentée *5* et de la douille *7* calée sur l'arbre *1*. L'anneau *a* glisse dans les gorges *b*, constituant ainsi le porte-satellites du mécanisme planétaire. Le satellite *3* engrène intérieurement avec la roue fixe *4*, et le satellite *6* engrène intérieurement avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe *A*. Les nombres de dents z_3, z_4, z_5, z_6 des roues *3*, *4*, *5* et *6* sont liés par des conditions

$$z_3 = z_6 - 1, \quad z_5 = z_4 + 1.$$

En outre, pour observer la condition de coaxialité des éléments *2* et *5*, on doit satisfaire aux conditions

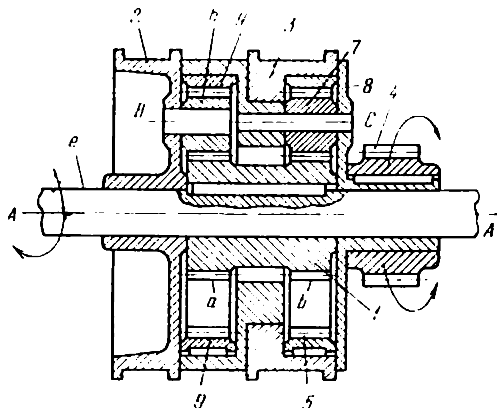
$$z_2 + 2z_3 = z_4 \quad \text{et} \quad z_5 - z_6 = z_4 - z_3.$$

Les nombres de tours par minute n_2 de la roue *2* et n_5 de la roue *5* satisfont à la condition

$$n_5 = n_2 \frac{z_2 z_3 z_5 - z_2 z_4 z_6}{z_2 z_3 z_5 + z_3 z_4 z_5}.$$

Les roues *2* et *5* tournent dans le même sens.

591	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ RÉVERSIBLE AVEC DEUX TAMBOURS DE FREINAGE	DC BP



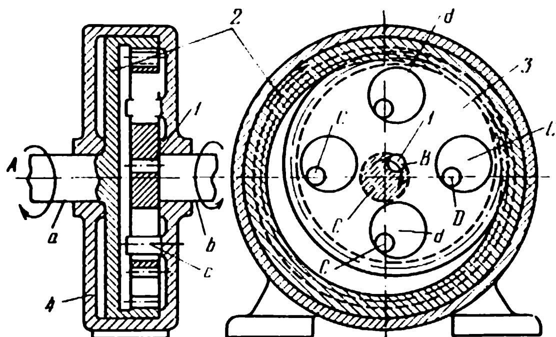
La roue dentée *1*, mobile autour de l'axe fixe *A — A* de l'arbre *e*, comporte deux couronnes dentées *a* et *b* au nombre égal de dents. La roue *1* engrène par sa couronne *a* avec la roue dentée *6* et par sa couronne *b* avec la roue dentée *7*. La roue *6* tourne autour de l'axe *B* du tambour de freinage *2* et engrène intérieurement avec la roue dentée *9*. La roue *7* tourne autour de l'axe *C* du porte-satellites *8* et engrène intérieurement avec la roue dentée *5* du tambour de freinage *3*. La roue dentée menée *4*, solidaire du porte-satellites *8*, tourne autour de l'axe fixe *A — A* de l'arbre *e*. Les nombres de dents z_5, z_6, z_7 et z_9 des roues *5*, *6*, *7* et *9* satisfont aux conditions $z_6 = z_7$ et $z_5 = z_9$. Les nombres de tours par minute n_4 de la roue *4* et n_1 de la roue *1* en mouvement direct, quand le tambour *2* est freiné, sont liés par le rapport suivant

$$n_4 = n_1 \frac{z_1}{z_1 + z_5}.$$

En mouvement inverse, quand le tambour *3* est freiné, le nombre de tours par minute n_4 est égal à

$$n_4 = -n_1 \frac{z_1}{z_5}.$$

592	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UN RÉDUCTEUR AVEC PARALLÉLOGRAMME DE COMMANDE	DC BP



La manivelle *1*, mobile autour de l'axe fixe A de l'arbre b, forme un couple de rotation avec la roue dentée *3*. La roue *3* comporte quatre orifices ronds d symétriquement disposés, dont le rayon est égal au rayon de la manivelle *1*. Les doigts c, solidaires de la boîte fixe *4*, s'engagent dans les orifices d. Les diamètres des doigts sont égaux à celui du doigt de la manivelle *1*. Par suite, les dimensions du mécanisme satisfont à la condition

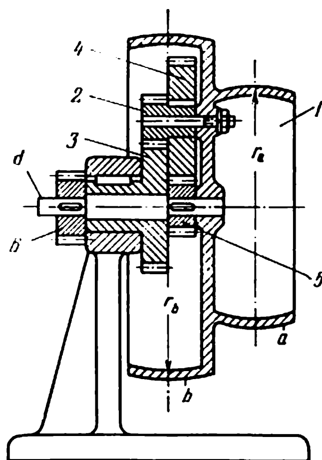
$$AB = DC \text{ et } AD = BC.$$

La figure $ABCD$ représente un parallélogramme. Les autres doigts c et les orifices d forment des parallélogrammes identiques. Comme la roue *3* est la bielle du parallélogramme, elle effectue un mouvement de translation, et tous les points de cette roue décrivent des cercles de rayon AB. La roue *3* engrène intérieurement avec la roue *2* de l'arbre a qui tourne autour de l'axe fixe A. Les nombres de tours par minute n_1 de la manivelle *1* et n_2 de la roue *2* sont liés par la condition

$$n_2 = n_1 \frac{z_2 - z_3}{z_2},$$

où z_2 et z_3 sont les nombres de dents des roues *2* et *3*. Les arbres a et b tournent dans le même sens. Si le nombre de dents z_3 est proche du nombre de dents z_2, le mécanisme transmet la rotation avec un grand rapport de transmission.

593	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UNE POULIE DE COMMANDE À DEUX ÉTAGES	DC BP



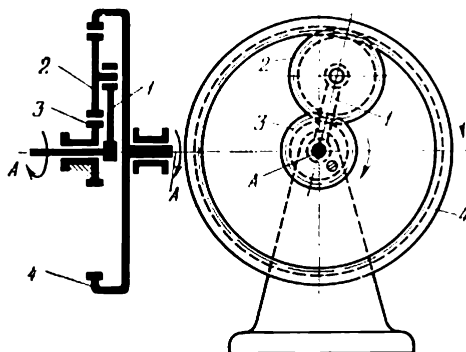
La poulie de commande *1* est composée de deux poulies a et b rigidement reliées entre elles de rayons r_a et r_b et joue le rôle d'un porte-satellites qui constitue un couple de rotation avec les satellites *2* et *4* solidaires l'un de l'autre. Le satellite *2* engrène avec la roue dentée fixe *3*, et le satellite *4* engrène avec la roue dentée *5* solidaire de la roue dentée menée *6* de l'arbre *d*. Les nombres de tours par minute n_1 de la poulie *1* et n_6 de la roue *6* sont liés par la condition

$$n_6 = -n_1 \frac{z_3 z_4 - z_2 z_5}{z_2 z_5},$$

où z_2, z_3, z_4 et z_5 sont les nombres de dents des roues *2*, *3*, *4* et *5*. La poulie *1* et la roue *6* tournent dans les sens opposés. En enlevant la courroie de la poulie a et en la mettant sur la poulie b, on provoque la rotation de la roue *6* à des vitesses angulaires ω_a et ω_b liées par la relation

$$\frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{r_b}{r_a}.$$

594	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À QUATRE ÉLÉMENTS D'UN RÉDUCTEUR AVEC SATELLITE PARASITE	DC BP



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A — A*, engrène avec le satellite *2*, solidaire du satellite *3* qui engrène intérieurement avec la roue fixe *5*. Le porte-satellites *4*, tournant autour de l'axe fixe *A — A*, forme un couple de rotation avec les satellites *2* et *3*. Pour observer la condition de coaxialité des éléments *1* et *5*, les nombres de dents z_1, z_2, z_3 et z_5 des roues *1*, *2*, *3* et *5* doivent satisfaire à la condition

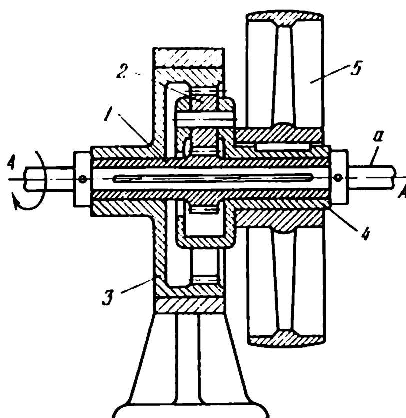
$$z_1 + z_2 + z_3 = z_5.$$

Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et n_4 du porte-satellites *4* satisfont à la condition

$$n_4 = n_1 \frac{z_1 z_3}{z_1 z_3 + z_2 z_5}.$$

La roue *1* et le porte-satellites *4* tournent dans le même sens.

595	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UNE POULIE DE COMMANDE FIXÉE SUR UN PORTE-SATELLITES	DC BP

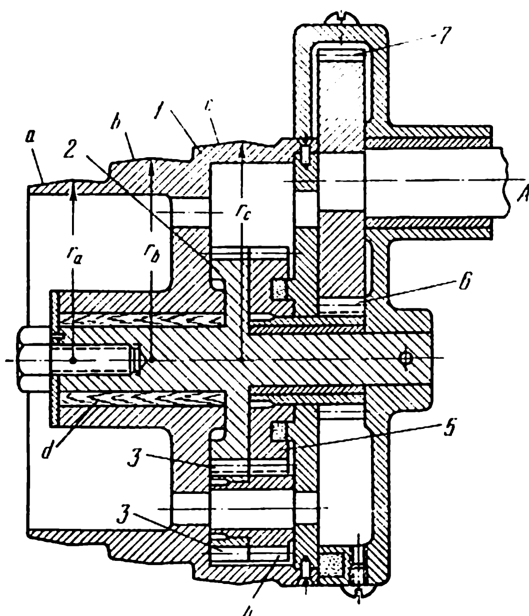


La roue dentée *1*, mobile autour de l'axe fixe $A - A$ de l'arbre a, vient en prise avec le satellite *2* qui constitue un couple de rotation avec le porte-satellites *4* auquel est rigidement reliée la poulie de commande *5*. Le satellite *2* engrène intérieurement avec une roue dentée fixe *3*. Lorsque la roue *1* tourne, la roue *2* roule sur la roue *3* et entraîne la poulie *5* en rotation autour de l'axe $A - A$. Les nombres de dents z_1, z_2 et z_3 satisfont aux conditions $z_1 = z_2$ et $z_3 = 3z_1$. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et n_5 de la poulie *5* sont alors liés par la relation

$$n_5 = \frac{n_1}{4},$$

c.-à-d. que la poulie de commande *5* tourne dans le même sens que la roue *1* à une vitesse angulaire quatre fois inférieure à celle de la roue *1*.

596	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UNE POULIE DE COMMANDE À TROIS ÉTAGES	DC BP

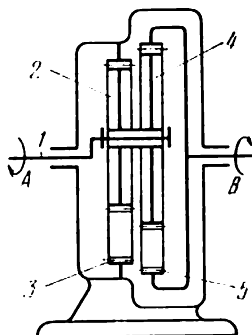


La poulie de commande *1* se compose de trois poulies *a*, *b* et *c*, rigidement reliées entre elles, de rayons r_a, r_b et r_c. La poulie *1* joue le rôle d'un porte-satellites qui constitue des couples de rotation avec les satellites *3* et *4*, rigidement reliés l'un à l'autre. Le satellite *3* engrène avec une roue dentée fixe *2*, sur la douille *d* de laquelle tourne la poulie *1*. Le satellite *4* engrène avec la roue dentée *5*, solidaire de la roue dentée *7* mobile autour d'un axe fixe *A*. Les nombres de tours par minute n_1 de la poulie *1* et n_7 de la roue *7* sont liés par la relation

$$n_7 = -n_1 \frac{z_6}{z_7} \left(\frac{z_5 z_3 - z_4 z_2}{z_5 z_3} \right),$$

où z_2, z_3, z_4, z_5, z_6 et z_7 sont les nombres de dents des roues *2*, *3*, *4*, *5*, *6* et *7*. La rotation de la roue *7* peut s'effectuer dans les deux sens selon le nombre de dents choisi des roues. En déplaçant la courroie sur la poulie *a*, *b* ou *c*, on peut obtenir la rotation de la roue *7* à des vitesses angulaires ω_a, ω_b ou ω_c liées par la relation $\omega_a r_a = \omega_b r_b = \omega_c r_c$.

597	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UN RÉDUCTEUR À DEUX ÉTAGES ET À DENTURES INTÉRIEURES	DC BP



Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation avec les satellites *2* et *4* rigidement reliés l'un avec l'autre. Le satellite *2* engrène intérieurement avec la roue dentée fixe *3*, et le satellite *4* engrène intérieurement avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe fixe *B*. Si les nombres de dents z_2, z_3, z_4 et z_5 des roues *2*, *3*, *4* et *5* satisfont aux conditions $z_4 > z_2$ et $z_5 > z_3$, les nombres de tours par minute n_1 du porte-satellites *1* et n_5 de la roue *5* seront liés par la relation

$$n_5 = -n_1 \frac{z_3 z_4 - z_2 z_5}{z_2 z_5},$$

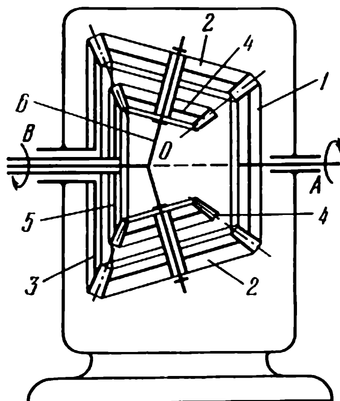
c.-à-d. que le porte-satellites *1* et la roue *5* tournent dans les sens opposés.

598

MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UN RÉDUCTEUR À DEUX ÉTAGES AVEC ROUES CONIQUES

DC

BP

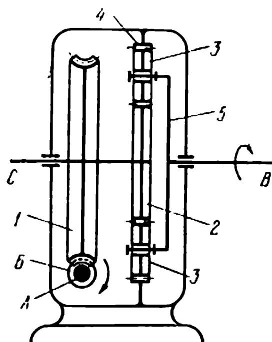


La roue conique dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe A, engrène avec les satellites coniques *2*, solidaires des satellites coniques *4*. Les satellites *2* et *4* constituent un couple de rotation avec le porte-satellites *6* tournant autour d'un axe fixe B. Le satellite *2* engrène avec la roue conique dentée fixe *3*, et le satellite *4* engrène avec la roue conique dentée *5* tournant autour de l'axe fixe B. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et n_5 de la roue *5* sont liés par la relation

$$n_5 = n_1 \frac{z_1}{z_2} \frac{(z_2 z_5 + z_3 z_4)}{(z_1 z_5 + z_3 z_5)},$$

où z_1, z_2, z_3, z_4 et z_5 sont les nombres de dents des roues *1*, *2*, *3*, *4* et *5*. Les roues *1* et *5* tournent dans les sens opposés.

599	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À ENGRENAGE HÉLICOÏDAL	DC BP

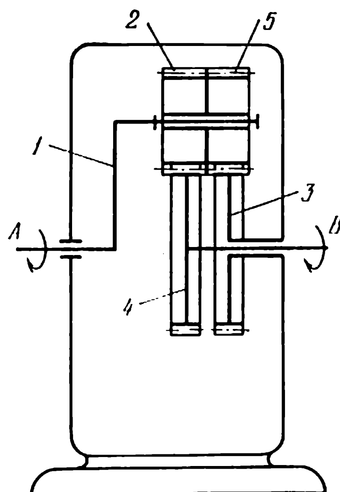


La vis sans fin *6* tourne autour d'un axe fixe *A* perpendiculaire au plan de la figure et engrène avec la roue tangente *1* solidaire de l'arbre *C*. La roue dentée *2*, également solidaire de l'arbre *C*, vient en prise avec les satellites *3* qui engrènent intérieurement avec la roue dentée fixe *4*. Les satellites *3* constituent un couple de rotation avec le porte-satellites *5*, solidaire de l'arbre *B*. Les nombres de tours par minute n_6 de la vis sans fin *6* et n_5 du porte-satellites *5* sont liés par la relation

$$n_5 = n_6 \frac{z_6}{z_1} \frac{z_2}{(z_2 + z_4)},$$

où z_1 est le nombre de dents de la roue tangente *1*, z_6, le nombre de filets de la vis sans fin *6*, et z_2, z_4, les nombres de dents des roues *2* et *4*.

600	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UN RÉDUCTEUR À GRAND RAPPORT DE TRANSMISSION	DC BP



Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, constitue un couple de rotation cinématique avec les satellites *2* et *5* rigidement reliés l'un avec l'autre. Le satellite *2* engrène avec la roue dentée *4* tournant autour d'un axe fixe *B*, et le satellite *5* engrène avec la roue dentée fixe *3*. Les nombres de dents z_2, z_3, z_4 et z_5 des roues *2*, *3*, *4* et *5* sont liés par les relations

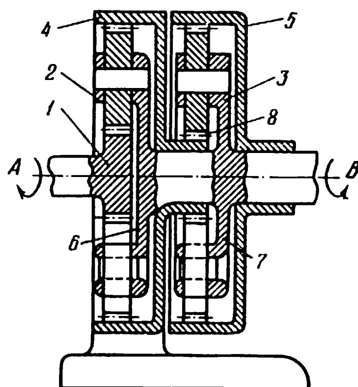
$$z_4 = z_3 + 1 \quad \text{et} \quad z_5 = z_2 + 1.$$

Les nombres de tours par minute n_1 du porte-satellites *1* et n_4 de la roue *4* sont liés par la relation

$$n_4 = n_1 \left(1 - \frac{z_2 z_3}{z_4 z_5}\right) = n_1 \left[1 - \frac{z_2 z_3}{(z_3+1)(z_2+1)}\right].$$

Lorsque le porte-satellites *1* tourne à une grande vitesse angulaire, la roue *4* tourne à une faible vitesse dans le même sens que le porte-satellites *1*.

601 | **MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ AVEC DEUX ÉLÉMENTS MENÉS** | DC BP



La roue dentée *1*, solidaire de l'arbre *A*, engrène avec les satellites *2* qui sont, à leur tour, en prise intérieure avec la roue dentée fixe *4*. Les porte-satellites *6* et *7* sont rigidement reliés à l'arbre *B*. Les satellites *3* engrènent avec la roue *8* appartenant au porte-satellites *6* et avec la roue *5* à denture intérieure tournant librement autour de l'arbre *B*. L'arbre menant *A* transmet donc une rotation dans le même sens à deux éléments menés, à l'arbre *B* et à la roue *5*. Les nombres de tours par minute n_1, n_5 et n_7 des roues *1*, *5* et du porte-satellites *7* sont liés par les relations

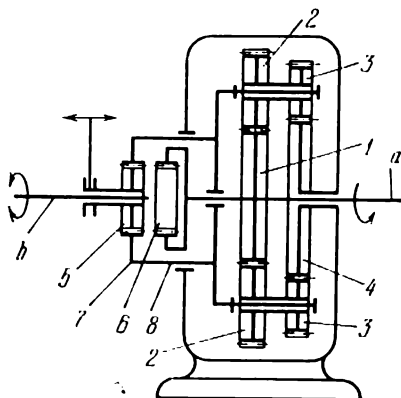
$$n_5 = n_1 \frac{z_1}{z_5} \frac{(z_5 + z_8)}{(z_1 + z_4)}$$

et

$$n_7 = n_1 = \frac{z_1}{z_1 + z_4},$$

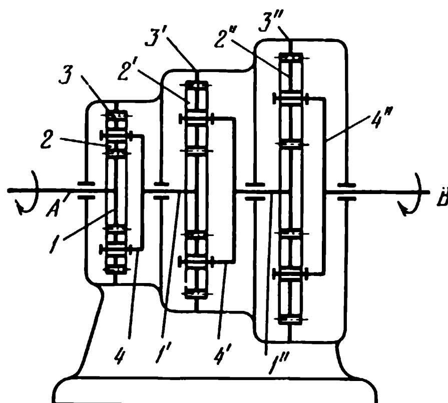
où z_1, z_4, z_5 et z_8 sont les nombres de dents des roues *1*, *4*, *5* et *8*.

502	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ AVEC MANCHON DENTÉ DE COMMANDE	DC BP



La roue dentée *1*, solidaire de l'arbre *a*, engrène avec les satellites *2*. Les satellites *3*, rigidement reliés aux satellites *2*, engrènent avec la roue dentée fixe *4*. L'arbre *a* comporte une couronne dentée *6* à denture intérieure, qui constitue l'une des moitiés du manchon de commande. L'autre moitié *5* du manchon de commande à denture extérieure appartient au porte-satellites *7*. La roue *5* est montée avec une clavette appartenant à l'arbre *b* et peut glisser sur cette clavette. Lorsque l'arbre *a* est en mouvement, l'arbre *b* peut tourner dans les deux sens pour peu que l'on embraye ou que l'on débraye les roues *5* et *6*. Dans la position représentée sur la figure, la rotation de l'arbre *a* est transmise aux satellites *2* et *3* au moyen de la roue *1*. Les satellites *3* roulent sur la roue fixe *4*, en imprimant un mouvement à l'entraîneur *7*. Lorsque la roue *5* engrène avec la roue *6*, les satellites *2* et *3* désengrènent et la rotation de l'arbre *a* est directement transmise à l'arbre *b* qui tourne à la même vitesse angulaire que l'arbre *a*.

MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ À TROIS ÉTAGES



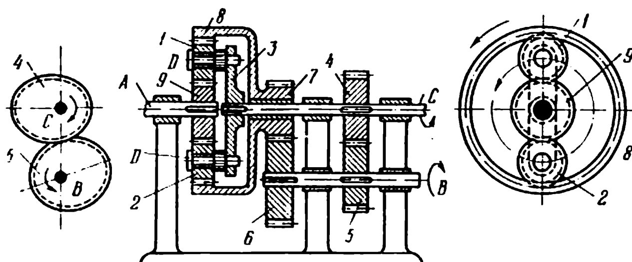
Chaque étage du mécanisme est composé des pignons planétaires mobiles *1*, *1'*, *1"* et des pignons satellites symétriquement disposés *2*, *2'*, *2"* qui entrent en prise avec les roues correspondantes *1*, *1'*, *1"* et engrènent intérieurement avec les pignons fixes *3*, *3'*, *3"*. Les porte-satellites *4*, *4'*, *4"* forment des couples de rotation avec les satellites *2*. Lorsque le pignon *1* tourne autour d'un axe *A*, le porte-satellites *4"* effectue une rotation dans le même sens autour d'un axe *B*. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et $n_{4''}$ du porte-satellites *4"* satisfont à la condition

$$i_{14''} = \frac{n_1}{n_{4''}} = i_{14} \cdot i_{1'4'} \cdot i_{1''4''} =$$

$$= \left(1 + \frac{z_3}{z_1}\right) \left(1 + \frac{z_{3'}}{z_{1'}}\right) \left(1 + \frac{z_{3''}}{z_{1''}}\right),$$

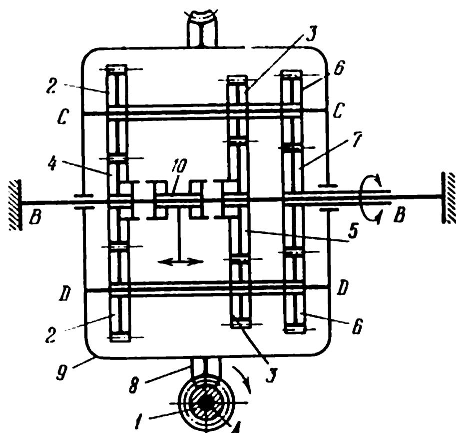
où z_1, $z_{1'}$, $z_{1''}$, z_3, $z_{3'}$ et $z_{3''}$ sont les nombres de dents des roues correspondantes *1*, *1'*, *1"*, *3*, *3'* et *3"*.

604	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ AVEC ROUES NON RONDES	DC BP



La roue dentée non ronde *5* et la roue dentée ronde *6* sont rendues solidaires de l'arbre *B*. La roue *5* engrène avec la roue dentée non ronde *4* solidaire de l'arbre *C*. La roue *6* engrène avec la roue *7* tournant librement autour de l'arbre *C*. La roue *7* est rigidement reliée à la roue *8* portant une denture intérieure. Le porte-satellites *3*, solidaire de l'arbre *C*, constitue des couples de rotation *D* avec les satellites *1* et *2*. Les satellites *1* et *2* viennent en prise avec la roue *8* et la roue *9* rigidement reliée à l'arbre *A*. Lorsque l'arbre *B* ou *C* est en mouvement uniforme, l'arbre *A* reçoit un mouvement non uniforme.

605	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ DU RÉDUCTEUR AVEC ÉLÉMENT MENÉ À MOUVEMENT RÉVERSIBLE	DC BP



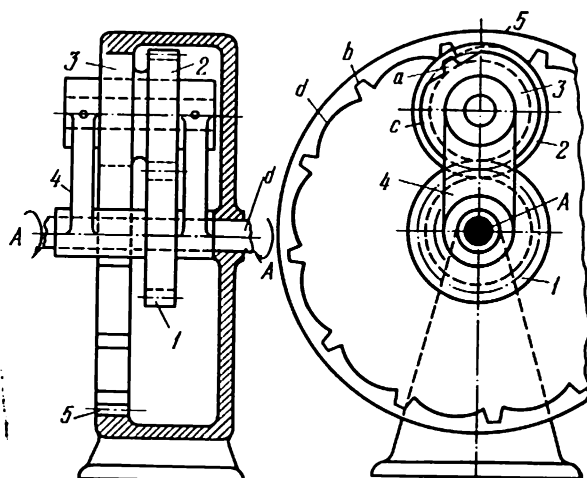
La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, vient en prise avec la roue tangente *8* du porte-satellites *9* ayant la forme d'une boîte tournant autour d'un axe fixe *B — B*. Les satellites *2*, *3* et *6* rigidement reliés entre eux tournent autour des axes fixes *C — C* et *D — D* du porte-satellites *9*. Les satellites *2* engrènent avec la roue dentée *4*, les satellites *3* avec la roue dentée *5* et les satellites *6* avec la roue dentée menée *7* tournant librement autour de l'axe *B — B*. Les roues *4* et *5* peuvent tourner librement autour de l'axe *B - B* ou bien être bloquées par la mise en prise du manchon *10* avec la roue *4* ou la roue *5*, assurant ainsi le mouvement de la roue *7* dans les deux sens.

Les nombres de dents z_2, z_3, z_4, z_5, z_6 et z_7 des roues *2*, *3*, *4*, *5*, *6* et *7* satisfont aux conditions $z_4 = z_5$ et $z_5 > z_7 > z_2 > z_6 > z_3$. Les nombres de tours par minute n_1 de la vis sans fin *1* et n_7 de la roue *7* pendant le mouvement direct satisfont à la condition $n_7 = n_1 \frac{z_1}{z_8} \frac{z_7 - z_6}{z_7}$. Pendant le mouvement inverse, les nombres de tours n_1 et n_7 satisfont à la condition

$$n_7 = -n_1 \frac{z_1}{z_8} \left(\frac{z_6 z_5 - z_7 z_3}{z_7 z_2} \right),$$

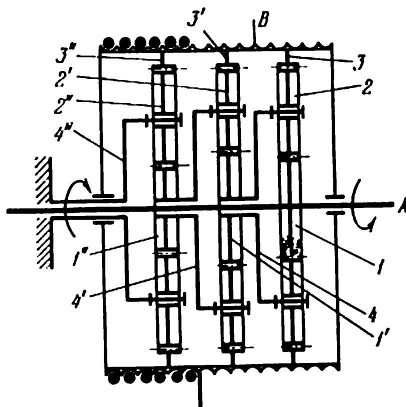
où z_1 est le nombre de filets de la vis sans fin *1* et z_8 le nombre de dents de la roue tangente *8*.

606	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ AVEC ARRÊTS DE L'ÉLÉMENT MENÉ	DC BP



La roue dentée menante *1*, mobile autour d'un axe fixe *A — A*, vient en prise avec le satellite *2*, solidaire du satellite *3*. Le satellite *3* possède une dent *a* qui lui permet d'engrener avec les évidements *b* de la roue fixe *5* à denture intérieure. Les roues *3* et *5* comportent des arcs de blocage *c* et *d*. Les satellites *2* et *3* constituent un couple de rotation avec le porte-satellites *4* tournant autour de l'axe fixe *A — A*. Le porte-satellites *4* ne tourne qu'au moment où les roues *3* et *5* sont en prise. Pendant que l'arc *c* glisse sur l'arc *d*, le porte-satellites *4* marque un temps d'arrêt. Le nombre d'arrêts du porte-satellites *4* pour un tour complet est égal au nombre d'évidements *b* de la roue *5*.

607	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ DU PALAN ÉLECTRIQUE À TROIS ÉTAGES	DC BP



Les roues dentées *1*, *1'* et *1''* en prise avec les satellites *2* sont rigidement reliées à l'arbre *A* qui met en mouvement le tambour *B* du palan électrique. Les satellites *2'* et *2''* constituent des couples de rotation avec les porte-satellites *4'* et *4''* et engrènent intérieurement avec les roues dentées *3'* et *3''* du tambour *B*.

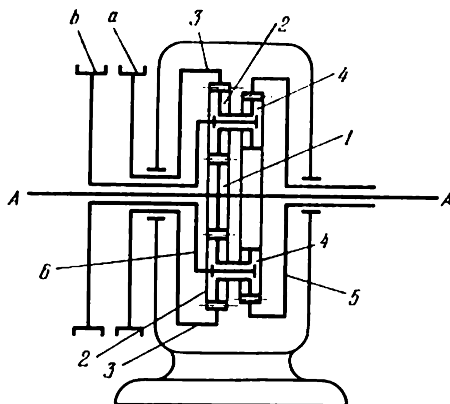
La roue dentée *1'*, solidaire du porte-satellites *4*, engrène avec les satellites *2'* qui, à leur tour, engrènent intérieurement avec la roue *3'* du tambour *B*. Le porte-satellites *4'*, formant des couples de rotation avec les satellites *2'*, possède une roue dentée *1''* qui lui est solidaire et qui engrène avec les roues dentées *2''*. La roue *2''* constitue des couples de rotation avec le porte-satellites fixe *4''* et engrène intérieurement avec la roue dentée *3''* du tambour *B*. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et n_3 du tambour *B* sont liés par la relation

$$n_3 = -n_1 \times$$

$$\times \frac{z_1 z_{1'} z_{1''}}{z_{3'}(z_{1''}+z_{3''})(z_1+z_3)+z_{1'} z_{3''}(z_1+z_3)+z_{1'} z_{1''} z_3},$$

où z_1, $z_{1'}$, $z_{1''}$, z_3, $z_{3'}$, $z_{3''}$ sont respectivement les nombres de dents des roues *1*, *1'*, *1''*, *3*, *3'* et *3''*. L'arbre *A* et le tambour *B* tournent donc dans les sens opposés. Le tambour *B* a néanmoins une vitesse angulaire inférieure à celle de l'arbre *A*. La rotation de l'arbre se transmet au tambour à l'aide de trois mécanismes planétaires successivement reliés comportant les roues *1*, *2*, *3*, *1'*, *2'*, *3'*, *1''*, *2''*, *3''* et les porte-satellites *4*, *4'*, *4''*. L'élément *4''* reste immobile.

608	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ DU RÉDUCTEUR RÉVERSIBLE AVEC TAMBOURS DE FREINAGE	DC BP



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A* — *A*, vient en prise avec les satellites *2*. Les satellites *2* engrènent intérieurement avec la roue dentée *3*, solidaire du tambour de freinage *a*. Les satellites *2* sont rigidement reliés aux satellites *4* qui engrènent intérieurement avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe fixe *A* — *A*. Le porte-satellites *6*, qui forme un couple de rotation avec les satellites *2* et *4*, tourne autour de l'axe *A* — *A*. Le tambour de freinage *b* est rigidement lié à l'arbre *6*. Les mouvements direct et inverse de la roue *5* s'obtiennent en freinant les tambours *a* ou *b*. Pendant le mouvement direct, quand le tambour *a* est freiné, les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et n_5 de la roue *5* sont liés par la relation

$$n_5 = n_1 \frac{z_4 + z_5}{z_1 + z_3},$$

où z_1, z_3, z_4 et z_5 sont les nombres de dents des roues *1*, *3*, *4* et *5*. Pendant le mouvement inverse, quand le tambour *b* est freiné, les nombres de tours par minute n_1 et n_5 satisfont à la condition

$$n_5 = -n_1 \frac{z_1 z_4}{z_2 z_5}.$$

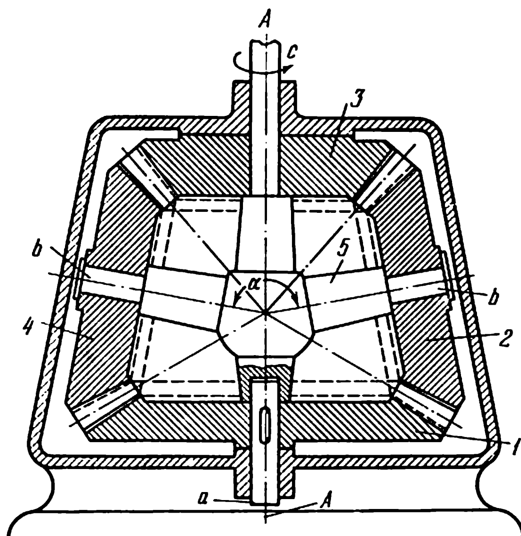
609	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ DU RÉDUCTEUR À TROIS ÉTAGES AVEC ROUES CONIQUES	DC BP

La roue dentée conique *3*, qui engrène avec le satellite conique *4* solidaire de l'arbre *9*, est rigidement reliée à l'arbre *1* mobile autour d'un axe fixe $A - A$. Les satellites coniques *5* et *6* sont rigidement reliés à l'arbre *9*. L'arbre *9* tourne dans les paliers du porte-satellites *8* qui tourne librement autour de l'axe *1*. Le satellite *5* engrène avec la roue dentée conique fixe *7*, et le satellite *6* engrène avec la roue dentée conique *2* solidaire de l'arbre *10* tournant autour de l'axe fixe $A - A$. Le nombre de tours par minute n_1 de l'arbre *1*, lié au nombre de tours par minute n_{10} de l'arbre *10*, satisfait à la condition

$$n_{10} = n_3 \frac{z_3}{z_2} \frac{(z_2 z_5 + z_6 z_7)}{(z_3 z_5 - z_4 z_7)},$$

où z_2, z_3, z_4, z_5, z_6 et z_7 sont les nombres de dents des roues *2*, *3*, *4*, *5*, *6* et *7*.

610	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ DU RÉDUCTEUR AVEC ROUES CONIQUES ET SATELLITES NON COAXIAUX	DC BP

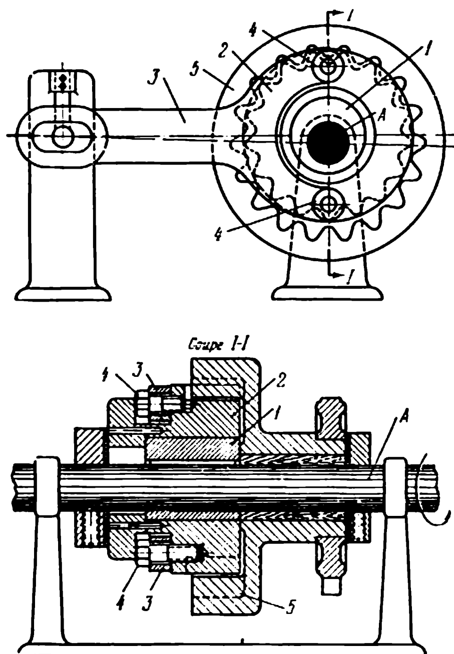


La roue dentée conique *1*, solidaire de l'arbre *a*, tourne autour d'un axe fixe *A — A* et engrène avec les satellites coniques *2* et *4* dont les axes de rotation forment un angle quelconque α. Les satellites *2* et *4* sont en prise avec la roue dentée conique fixe *3*. Le porte-satellites *5* est réalisé sous la forme d'un levier cruciforme comportant les doigts *b* qui constituent des couples de rotation avec les satellites *2* et *4*. L'arbre *c* du porte-satellites *5* est mobile autour de l'axe fixe *A — A*. Les nombres de tours par minute n_1 de l'arbre *a* et n_5 de l'arbre *c* du porte-satellites *5* sont liés par la relation

$$n_5 = n_1 \frac{z_1}{z_1 - z_3},$$

où z_1 et z_3 sont les nombres de dents des roues *1* et *3*.

611	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ DU RÉDUCTEUR À GRAND RAPPORT DE TRANSMISSION	DC BP



L'excentrique *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, est embrassé par la douille de la roue dentée *2*. La roue *2* engrène intérieurement avec la roue dentée *5* tournant autour de l'axe *A*. La chape *3*, fixée à la roue *2* au moyen de la vis *4*, empêche la rotation de cette roue. Les nombres de tours par minute n_1 de l'excentrique *1* et n_5 de la roue *5* sont liés par la relation

$$n_5 = n_1 \frac{z_5}{z_5 - z_2},$$

où z_2 et z_5 sont les nombres de dents des roues *2* et *5*. On obtient un grand rapport de transmission quand le nombre de dents de la roue *2* diffère peu du nombre de dents de la roue *5*.

3. Mécanismes des boîtes de vitesses différentielles et des réducteurs (612-637)

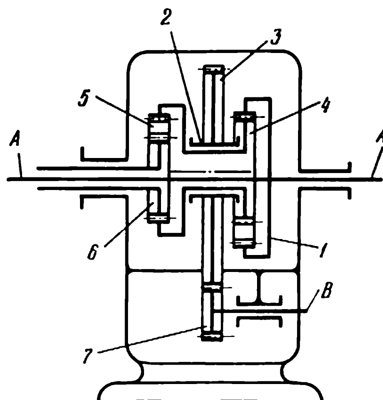
612	**MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ DU RÉDUCTEUR AVEC DEUX PAIRES DE SATELLITES**	DC BD

La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe $A - A$, vient en prise avec le satellite *2* rigidement relié au satellite *3* qui engrène avec le satellite *4*. Les satellites *2* et *3* forment un couple de rotation avec le porte-satellites *6* tournant autour de l'axe $A - A$. Le satellite *5*, solidaire du satellite *4*, engrène intérieurement avec la roue dentée *7* tournant autour de l'axe $A - A$. Les satellites *4* et *5* constituent un couple de rotation avec le porte-satellites *6*. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1*, n_6 du porte-satellites *6* et n_7 de la roue *7* satisfont à la condition

$$n_6 = \frac{z_2 z_4 z_7 n_1 + z_1 z_3 z_5 n_7}{z_2 z_4 z_7 + z_1 z_3 z_5},$$

où z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 et z_7 sont les nombres de dents des roues *1*, *2*, *3*, *4*, *5* et *7*.

613	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ DU RÉDUCTEUR AVEC TOURILLON MONTÉ SUR LE PORTE-SATELLITES	DC BD



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe $A-A$, vient en prise avec un satellite qui se compose de la roue *4* à denture extérieure et de la roue *5* à denture intérieure, cette dernière étant solidaire de la roue *4*. Le satellite *5* engrène avec la roue *6* tournant autour de l'axe fixe $A-A$. Le porte-satellites *2*, qui se présente sous la forme d'un tourillon, possède la roue dentée *3* rendue solidaire de ce porte-satellites. La roue *3* est en prise avec la roue dentée *7* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1*, n_7 de la roue *7* et n_6 de la roue *6* satisfont à la condition

$$n_7 = \frac{z_3}{z_7} \frac{z_1 z_5 n_1 - z_4 z_6 n_6}{z_4 z_6 - z_1 z_5},$$

où z_1, z_3, z_4, z_5, z_6 et z_7 sont les nombres de dents des roues *1*, *3*, *4*, *5*, *6* et *7*.

614	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL FERMÉ DU RÉDUCTEUR D'UN MANCHON DE COMMANDE	DC BD

Les roues dentées 5, 6 et 10, rigidement reliées entre elles, tournent autour d'un axe fixe B. La roue 5 engrène avec la roue dentée 4 mobile autour d'un axe fixe C — C. La roue dentée 1, solidaire de la roue 4, engrène avec la roue dentée 2 tournant autour de l'axe B. La roue 2 est rigidement reliée à la roue dentée 8 et à la roue dentée 3 qui engrène avec les satellites 7 constituant un couple de rotation avec le porte-satellites 12 tournant autour de l'axe B. La roue dentée 9 est solidaire du porte-satellites 12. Le manchon denté 13 glisse le long de l'axe A et tourne autour de lui. La roue 11 peut entrer en prise avec la roue 8, 9 ou 10. Lorsqu'elle engrène avec la roue 8, les nombres de tours par minute n_8 de la roue 8 et n_5 de la roue 5 sont liés par la relation

$$n_5 = n_8 \frac{z_1 z_4}{z_2 z_5}.$$

Lorsqu'elle engrène avec la roue 9, les nombres de tours par minute n_9 et n_5 des roues 9 et 5 sont liés par la relation

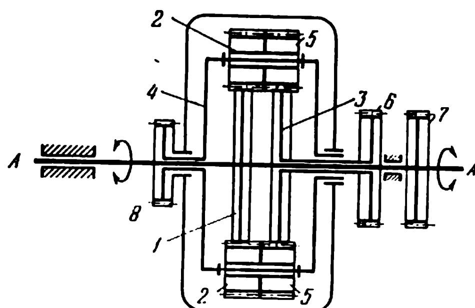
$$n_5 = n_9 \frac{1 + \frac{z_3}{z_6}}{1 + \frac{z_1 z_3 z_5}{z_2 z_5 z_6}}.$$

Lorsqu'elle engrène avec la roue 10, le nombre de tours par minute n_5 de la roue 5 est égal au nombre de tours par minute n_{10} de la roue 10, c.-à-d.

$$n_5 = n_{10},$$

où z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 et z_6 sont les nombres de dents des roues 1, 2, 3, 4, 5 et 6. Le mécanisme permet donc d'obtenir trois vitesses angulaires différentes de la roue menée 5.

615	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ AVEC ROUES CYLINDRIQUES PERMETTANT D'OBTENIR DE GRANDS RAPPORTS DE TRANSMISSION	DC BD



La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe $A - A$, met en mouvement la roue dentée menée *7*. La roue dentée *3*, tournant autour de l'axe $A - A$, met en mouvement la roue dentée menée *6*. Le porte-satellites *4*, tournant autour de l'axe $A - A$, met en mouvement la roue dentée *8*. Les roues *1* et *3* engrènent avec les satellites *5* et *2* qui constituent un couple de rotation avec le porte-satellites *4*. Les nombres de dents z_1, z_2, z_3 et z_5 des roues *1*, *2*, *3* et *5* satisfont aux conditions

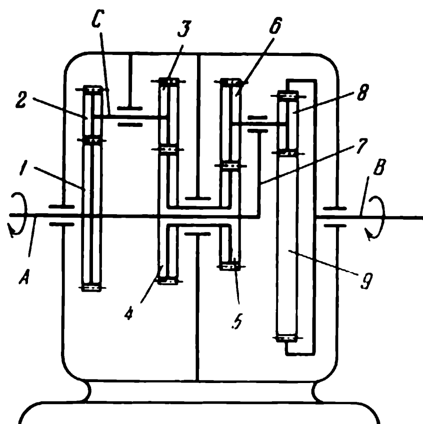
$$z_5 = z_2 + 1 \quad \text{et} \quad z_1 = z_3 + 1.$$

Les nombres de tours par minute n_6, n_7 et n_8 des roues *6*, *7* et *8* satisfont à la condition

$$n_8 = n_6 \frac{z_1 z_5}{z_1 z_5 - z_2 z_3} - n_7 \frac{z_2 z_3}{z_1 z_5 - z_2 z_3}.$$

Pour les nombres de dents choisis, le mécanisme permet d'obtenir de grands rapports de transmission.

616	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ FERMÉ DU RÉDUCTEUR	DC BD

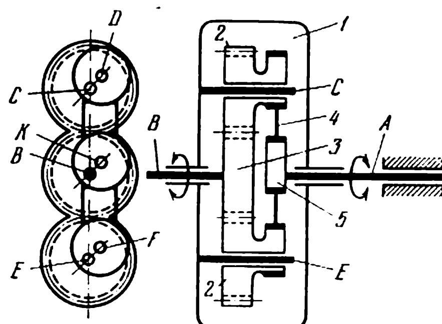


La roue dentée *1* et le porte-satellites *7* qui en est solidaire tournent autour d'un axe fixe *A*. La roue *1* engrène avec la roue dentée *2* tournant autour d'un axe fixe *C*. La roue *2* est solidaire de la roue dentée *3* qui engrène avec la roue *4* tournant autour de l'axe *A*. La roue *4* est rigidement reliée à la roue *5* qui vient en prise avec le satellite *6*. Ce dernier est solidaire du satellite *8* qui engrène intérieurement avec la roue *9* mobile autour d'un axe fixe *B*. Les satellites *6* et *8* constituent un couple de rotation avec le porte-satellites *7*. Les nombres de tours par minute n_1 et n_9 des roues *1* et *9* sont liés par la relation

$$n_9 = n_1 \frac{z_5 z_8}{z_6 z_9} \left(1 - \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4} + \frac{z_6 z_9}{z_5 z_8}\right),$$

où z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_8 et z_9 sont les nombres de dents des roues *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *8* et *9*.

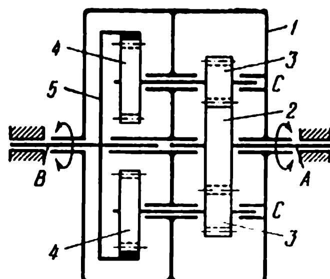
617	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ AVEC UN PARALLÉLOGRAMME À EXCENTRIQUE	DC BD



L'excentrique rond *5* tourne autour d'un axe fixe *A*. Deux autres excentriques ronds sont rigidement reliés aux satellites *2* qui sont en prise avec la roue dentée *3* tournant autour d'un axe fixe *B*. Les excentriques ont des diamètres égaux et sont embrassés par les douilles de l'élément *4*. Les excentriques et l'élément *4* forment deux parallélogrammes accouplés *CDKB* et *BKFE*. Les satellites *2* constituent des couples de rotation *C* et *E* avec le porte-satellites *1* qui se présente sous la forme d'une boîte mobile autour des axes fixes *A* et *B*. Les diamètres des cercles primitifs des roues *2* et *3* sont égaux entre eux. Les nombres de tours par minute n_1 du porte-satellites *1*, n_3 de la roue *3* et n_5 de l'excentrique *5* sont liés par la relation

$$n_1 = \frac{n_3 + n_5}{2}.$$

618	MÉCANISME DENTÉ DU DIFFÉRENTIEL AVEC DES ROUES CYLINDRIQUES À ENGRÈNEMENT INTÉRIEUR UNIQUE	DC BD

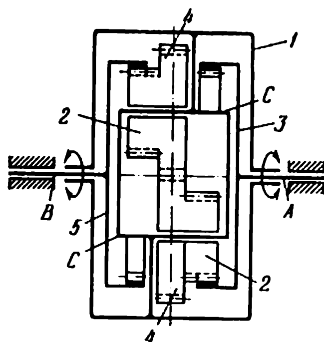


Les roues dentées *2* et *5* sont rigidement reliées aux demi-axes *A* et *B*. La roue *2* engrène avec les satellites *3* mobiles autour des axes *C* du porte-satellites qui se présente sous la forme d'une boîte *1* tournant autour des demi-axes *A* et *B*. Les satellites *4*, solidaires des satellites *3*, engrènent intérieurement avec la roue *5*. Les engrenages fixes *2* et *5* sont reliés aux éléments menants du mécanisme par les demi-axes *A* et *B*. Si les éléments menants tournent à la même vitesse et dans le même sens, les engrenages fixes *2* et *5* effectuent le même nombre de tours par minute que la boîte *1*. Si les éléments menants ne font pas le même nombre de tours par minute, les satellites *3* et *4* commencent à tourner autour de leurs axes pendant la rotation des engrenages fixes *2* et *5*. Les nombres de tours par minute n_2, n_5 et n_1 des roues *2* et *5* et de la boîte *1* sont liés par la relation

$$n_1 = n_2 \frac{z_2 z_4}{z_2 z_4 + z_3 z_5} + n_5 \frac{z_3 z_5}{z_2 z_4 + z_3 z_5},$$

où z_2, z_3, z_4 et z_5 sont les nombres de dents des roues *2*, *3*, *4* et *5*.

619	MÉCANISME DENTÉ DU DIFFÉRENTIEL AVEC DES ROUES CYLINDRIQUES À DEUX ENGRÈNEMENTS INTÉRIEURS	DC BD

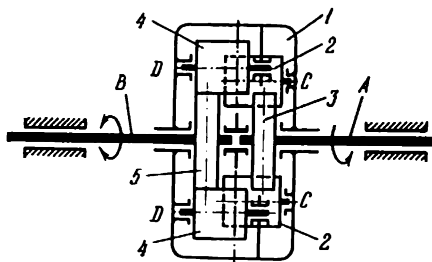


Deux roues dentées identiques *3* et *5*, rigidement reliées aux demi-arbres *A* et *B*, engrènent intérieurement avec des satellites identiques *2* mobiles autour des axes *C* du porte-satellites qui se présente sous la forme d'une boîte *1* tournant autour des demi-axes *A* et *B*. Les satellites identiques *4* sont solidaires des satellites *2*. Les engrenages fixes *3* et *5* sont reliés aux éléments menants du mécanisme par les demi-axes *A* et *B*. Si les éléments menants effectuent le même nombre de tours par minute et s'ils tournent dans le même sens, les engrenages fixes *3* et *5* effectuent autant de tours par minute que la boîte *1*. Si les éléments menants ne font pas le même nombre de tours par minute, les satellites *2* et *4* se mettent à tourner autour de leurs axes pendant la rotation des engrenages fixes *3* et *5*.

Les nombres de tours par minute n_3, n_5 et n_1 des roues *3* et *5* et de la boîte *1* sont liés par la relation

$$n_1 = \frac{n_3 + n_5}{2}.$$

620	MÉCANISME DENTÉ DU DIFFÉRENTIEL AVEC DES ROUES CYLINDRIQUES À DENTURE EXTÉRIEURE	DC BD

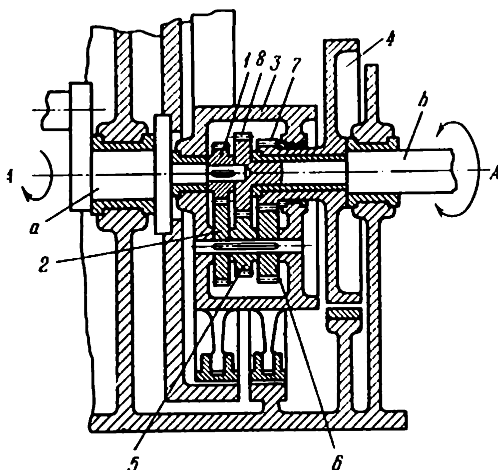


Deux roues dentées identiques *3* et *5*, rigidement reliées aux demi-axes *A* et *B*, engrènent avec deux satellites identiques *2* et *4* mobiles autour des axes *C* et *D* du porte-satellites qui se présente sous la forme d'une boîte *1* tournant autour des demi-axes *A* et *B*. La longueur de chaque satellite *2* est choisie de manière qu'il entre en prise avec l'un des engrenages fixes *3* et *5* et avec celui des satellites *4* qui forme paire avec lui et qui engrène à son tour avec l'autre engrenage fixe. Les engrenages fixes *3* et *5* sont reliés aux éléments menants du mécanisme par les demi-axes *A* et *B*. Si les éléments menants effectuent le même nombre de tours par minute et s'ils tournent dans le même sens, les engrenages fixes *3* et *5* effectuent autant de tours par minute que la boîte *1*. Si les éléments menants effectuent un nombre différent de tours, les satellites *2* et *4* se mettent à tourner autour de leurs axes pendant la rotation des engrenages fixes *3* et *5*.

Les nombres de tours par minute n_3 de la roue *3*, n_5 de la roue *5* et n_1 de la boîte *1* sont liés par la relation

$$n_1 = \frac{n_3 + n_5}{2}.$$

621	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ RÉVERSIBLE DU RÉDUCTEUR AVEC TAMBOUR ET PORTE-SATELLITES DE FREINAGE	DC BD



La roue dentée 1 de l'arbre *a* tourne autour d'un axe fixe *A* — *A* et engrène avec le satellite 2 rigidement relié aux satellites 5 et 6. Les satellites 2, 5 et 6 constituent un couple de rotation avec le porte-satellites 3 mobile autour de l'axe *A* — *A*. Le satellite 5 engrène avec la roue dentée 8 solidaire de l'arbre *b*. Le satellite 6 engrène avec la roue dentée 7 du tambour de freinage 4 tournant librement autour de l'axe de l'arbre *b*. Pour transmettre le mouvement de rotation direct de l'arbre *a* à l'arbre *b*, on freine le porte-satellites 3, et pour transmettre le mouvement de rotation inverse de l'arbre *a* à l'arbre *b* on freine le tambour 4. Si l'on veut que les arbres *a* et *b* restent coaxiaux, les nombres de dents z_1, z_2, z_5, z_6, z_7 et z_8 des roues 1, 2, 5, 6, 7 et 8 doivent satisfaire aux conditions

$$z_1 + z_2 = z_5 + z_8 = z_6 + z_7.$$

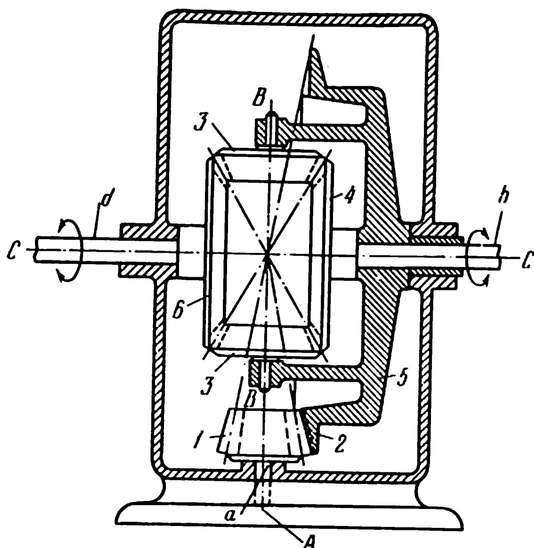
Les nombres de tours par minute n_1 de l'arbre *a* et n_8 de l'arbre *b* pendant la transmission du mouvement direct satisfont à la condition

$$n_8 = n_1 \frac{z_1 z_5}{z_2 z_8}.$$

Pendant le mouvement inverse, les nombres de tours par minute n_1 et n_8 satisfont à la condition

$$n_8 = -n_1 \frac{z_1}{z_8} \frac{(z_6 z_8 - z_5 z_7)}{(z_2 z_7 - z_1 z_6)}.$$

622	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ AVEC ROUES CONIQUES ET PORTE-SATELLITES MENANT	DC BD

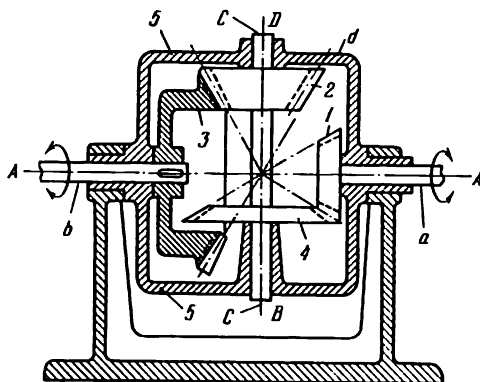


La roue dentée conique menante *1*, solidaire de l'arbre *a*, tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue *1* engrène avec la roue dentée conique *2* rigidement reliée au porte-satellites *5*. Ce dernier forme des couples de rotation avec les satellites coniques *3* tournant autour des axes *B*. Les satellites *3* engrènent avec les roues dentées coniques *4* et *6*, solidaires des arbres *b* et *d* qui tournent autour d'un axe fixe *C — C*. Si le nombre de tours par minute de l'arbre *a* est égal à n_1, les nombres de tours par minute n_4 et n_6 des arbres *b* et *d* sont liés par la relation

$$n_4 = 2 \frac{z_1}{z_2} n_1 - n_6,$$

où z_1 et z_2 sont les nombres de dents des roues *1* et *2*.

623	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ AVEC ROUES CONIQUES INÉGALES	DC BD

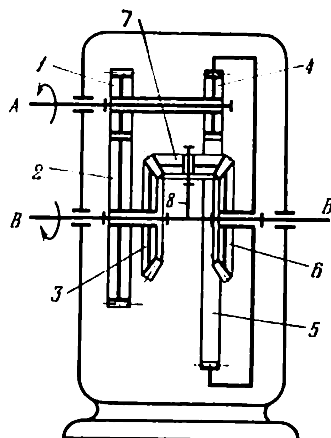


La roue dentée conique *1* de l'arbre *a*, qui tourne autour d'un axe fixe *A — A*, vient en prise avec le satellite conique *4* qui constitue un couple de rotation *B* avec le porte-satellites *5* ayant la forme d'une boîte *d*. Le satellite conique *2*, fixé sur l'arbre *C* du satellite *4*, constitue un couple de rotation *D* avec le porte-satellites *5*. Le satellite *2*, qui engrène avec la roue dentée conique *3* de l'arbre *b*, tourne autour de l'axe fixe *A — A*. Les nombres de tours par minute n_1 de l'arbre *a*, n_3 de l'arbre *b* et n_5 du porte-satellites *5* sont liés par la relation

$$n_5 = \frac{z_3 z_4}{z_3 z_4 - z_1 z_2} n_3 - \frac{z_1 z_2}{z_3 z_4 - z_1 z_2} n_1,$$

où z_1, z_2, z_3 et z_4 sont les nombres de dents des roues *1*, *2*, *3* et *4*.

624	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ FERMÉ DU RÉDUCTEUR AVEC ROUES CONIQUES	DC BD

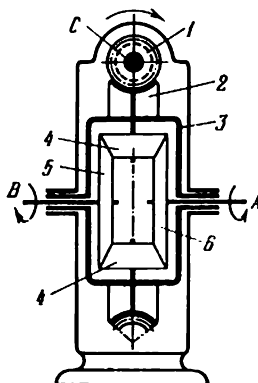


Les roues dentées *1* et *4*, rigidement reliées entre elles, tournent autour d'un axe fixe *A*. La roue *1* engrène avec la roue dentée *2*, mobile autour d'un axe fixe *B — B*. La roue *4* engrène intérieurement avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe *B — B*. Deux roues dentées coniques identiques *3* et *6*, rigidement reliées aux roues *2* et *5*, engrènent avec le satellite conique *7*. Ce dernier constitue un couple de rotation avec le porte-satellites *8* tournant autour de l'axe *B — B*. Les nombres de tours par minute n_1 et n_8 de la roue *1* et du porte-satellites *8* sont liés par la relation

$$n_8 = -n_1 \frac{z_1 z_4 - z_2 z_5}{2 z_1 z_5},$$

où z_1, z_2, z_4 et z_5 sont les nombres de dents des roues *1*, *2*, *4* et *5*. Les arbres *1* et *8* tournent dans les sens inverses.

625	MÉCANISME DENTÉ DU DIFFÉRENTIEL À ENGRENAGE HÉLICOÏDAL	DC BD



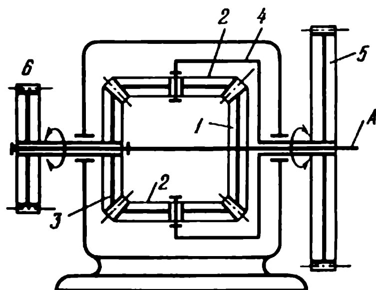
La vis sans fin *1*, mobile autour d'un axe fixe *C*, engrène avec la roue tangente *2* solidaire du porte-satellites qui se présente sous la forme d'une boîte *3*. Les satellites coniques semblables *4* tournent librement sur les axes de la boîte *3* et engrènent avec les roues coniques *5* et *6* reliées aux éléments menants du mécanisme par les demi-axes *A* et *B*. Si les éléments menants effectuent le même nombre de tours par minute et s'ils ont le même sens de rotation, les engrenages fixes *5* et *6* effectuent autant de tours par minute que la boîte *3*. Si les éléments menants tournent à des vitesses angulaires différentes, les satellites *4* se mettent à tourner autour de leurs axes pendant la rotation des engrenages fixes *5* et *6*.

Les nombres de tours par minute n_1 de la vis sans fin *1*, n_4 de la roue *4* et n_6 de la roue *6* sont liés par la relation

$$n_1 = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{n_4 + n_6}{2},$$

où z_1 est le nombre de filets de la vis sans fin *1*, et z_2 le nombre de dents de la roue tangente *2*.

626	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ DU RÉDUCTEUR AVEC ROUES CONIQUES ET DEUX ÉLÉMENTS MENANTS	DC BD



La roue dentée conique menée *1* du réducteur est mise en mouvement par la roue dentée *5*, solidaire du porte-satellites *4*, et par la roue *6* solidaire de la roue dentée conique *3*. Les roues identiques *1* et *3* engrènent avec les satellites *2* qui constituent un couple de rotation avec le porte-satellites *4*. Le nombre de tours par minute n_1 de la roue *1* est égal à

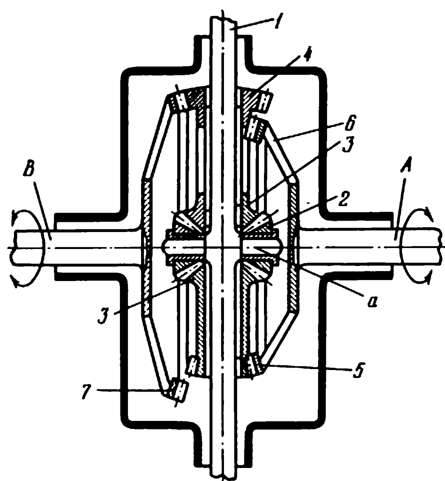
$$n_1 = 2n_5 - n_6,$$

où n_5 et n_6 sont les nombres de tours par minute des roues *5* et *6*. Si la condition

$$n_5 = \frac{n_6}{2}$$

est remplie, la roue *1* reste immobile.

627	MÉCANISME DENTÉ DU DIFFÉRENTIEL AVEC ROUES CONIQUES	DC BD

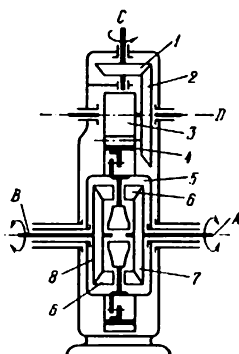


La rotation de l'arbre *1*, qui constitue un porte-satellites, est transmise aux satellites *2* par des tenons *a*. Les satellites *2* engrènent avec les roues dentées coniques *3* solidaires des roues dentées coniques *4* et *5*. Les roues dentées *4* et *5* engrènent avec les roues dentées *7* et *6* rigidement fixées sur les axes *A* et *B*. Le rapport du nombre de dents des roues *4* et *7* est égal au rapport du nombre de dents des roues *5* et *6*. Il s'ensuit que si les nombres de tours des axes *A* et *B* sont égaux et si la rotation a lieu dans le même sens, les roues dentées *6* et *7* tournent à une vitesse angulaire égale. Si les éléments menants n'effectuent pas le même nombre de tours par minute, les satellites *2* commencent à pivoter autour de leurs axes. Dans le mécanisme considéré les axes *A* et *B* peuvent être non coaxiaux.

Les nombres de tours par minute n_1 du porte-satellites *1*, n_5 de la roue *5* et n_7 de la roue *7* sont liés par la relation

$$n_1 = \frac{n_5 + n_7}{2}.$$

628	MÉCANISME DENTÉ DU DIFFÉRENTIEL AVEC ROUES CONIQUES ET CYLINDRIQUES	DC BD



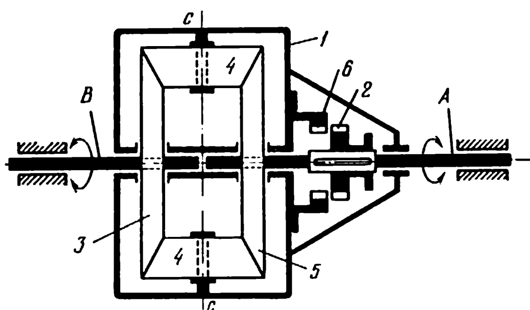
La roue dentée conique *1*, mobile autour d'un axe fixe *C*, engrène avec la roue dentée conique *2* tournant autour d'un axe fixe *D*. La roue dentée cylindrique *3*, solidaire de la roue *2*, engrène avec la roue dentée cylindrique *4* rigidement reliée au porte-satellites qui se présente sous la forme d'une boîte *5*. La boîte *5* comporte des axes sur lesquels sont librement montés les satellites identiques *6* qui engrènent avec les engrenages fixes identiques *7* et *8* reliés aux éléments menants du mécanisme par les demi-axes *A* et *B*. Si les éléments menants effectuent le même nombre de tours par minute et s'ils ont le même sens de rotation, les engrenages fixes *7* et *8* effectuent autant de tours par minute que la boîte *5*. Si les éléments menants tournent à des vitesses différentes, les satellites *6* se mettent à tourner autour de leurs axes pendant la rotation des engrenages fixes *7* et *8*.

Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1*, n_7 de la roue *7* et n_8 de la roue *8* sont liés par la relation

$$n_1 = \frac{z_2 z_4}{z_1 z_3} \cdot \frac{n_7 + n_8}{2},$$

où z_1, z_2, z_3 et z_4 sont les nombres de dents des roues *1*, *2*, *3* et *4*.

629	MÉCANISME DENTÉ DU DIFFÉRENTIEL AVEC MANCHON DE BLOCAGE	DC BD

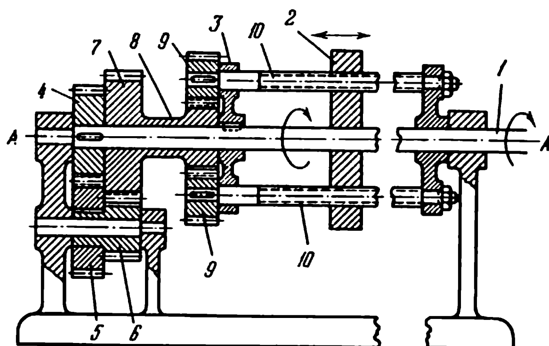


Deux roues coniques identiques *3* et *5*, solidaires des demi-axes *A* et *B*, viennent en prise avec les satellites coniques *4* mobiles autour des axes *C — C* du porte-satellites qui se présente sous la forme d'une boîte *1* tournant autour des demi-axes *A* et *B*. Les nombres de tours par minute n_3 de la roue *3*, n_5 de la roue *5* et n_1 de la boîte *1* sont liés par la relation

$$n_1 = \frac{z_3 + z_5}{2} .$$

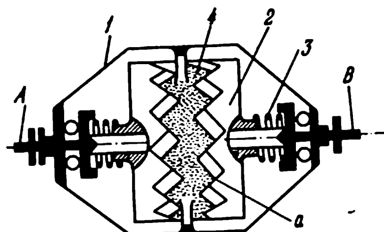
Le mécanisme comporte un manchon denté de blocage *2* glissant sur le demi-axe *A* et engrenant intérieurement avec la roue dentée *6* rigidement reliée à la boîte *1*. Le manchon de blocage *2* une fois débrayé, les demi-axes *A* et *B* tournent à des vitesses angulaires qui varient selon les moments résistants exercés sur ces demi-axes. Lorsqu'on embraye le manchon *2*, les demi-axes *A* et *B* tournent à une vitesse angulaire égale à celle de la boîte *1* du différentiel.

630	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL À VIS ET ENGRENAGE	DC BD



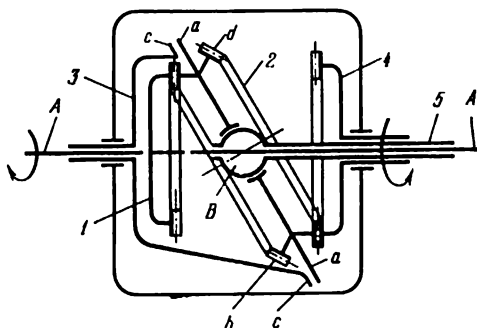
Le porte-satellites *3* et la roue *4* sont rigidement reliés à l'arbre *1*. Deux satellites identiques *9* entrent en prise avec l'engrenage fixe *8* tournant librement sur l'arbre *1*. La roue *7*, solidaire de la roue *8*, engrène avec la roue *6* rigidement reliée à la roue *5*. Cette dernière vient, à son tour, en prise avec la roue *4*. Les vis *10*, solidaires des satellites *9*, constituent des couples vis-écrou avec le chariot *2*. Lorsque l'arbre *1* tourne, le chariot *2* reçoit une rotation autour de l'axe *A — A* et se déplace suivant cet axe.

631 | **MÉCANISME DENTÉ DU DIFFÉRENTIEL À COINS** | DC BD



Les manchons *2*, munis de dents cunéiformes *a* dont l'angle au sommet est considérable, sont montés sur les demi-axes *A* et *B* et peuvent glisser le long de ces demi-axes. Les manchons *2* sont serrés à l'aide des ressorts comprimés *3* contre l'élément *4* relié à la boîte *1* du différentiel. Le degré de liberté supplémentaire, nécessaire à la rotation des demi-axes *A* et *B* à des vitesses angulaires différentes, est assuré par le glissement des dents cunéiformes *a* des manchons *2* sur les dents cunéiformes de l'élément *4*.

632	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ TRIDIMENSIONNEL AVEC RONDELLE OSCILLANTE	DC BD



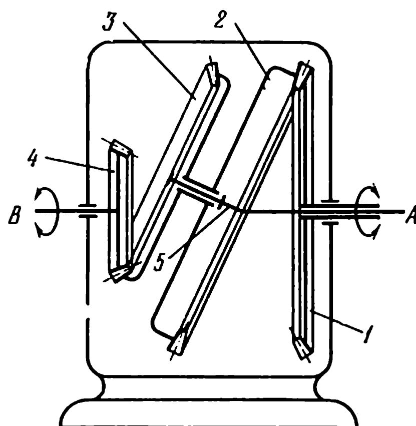
Le porte-satellites *3* et la roue *4* tournent librement autour de l'arbre *A*. La roue dentée *1*, rigidement reliée à l'arbre *A*, engrène avec le satellite *2* qui comporte deux couronnes dentées identiques *d* et *b*. Le satellite *2* engrène avec la roue *4* au moyen de la couronne *d*. La rondelle oscillante, solidaire du satellite *2*, glisse sur l'extrémité chanfreinée *c* du porte-satellites *3*. Le satellite *2* forme un couple sphérique *B* avec l'élément fixe *5*. Les nombres de tours par minute n_1, n_4 et n_3 des roues *1* et *4* et du porte-satellites *3* sont liés par la relation

$$i_{14} = \frac{n_1 - n_3}{n_4 - n_3},$$

où i_{14} est le rapport de transmission égal à

$$i_{14} = \frac{z_4}{z_1}.$$

633	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ TRIDIMENSIONNEL AVEC CRÉMAILLÈRES CIRCULAIRES	DC BD

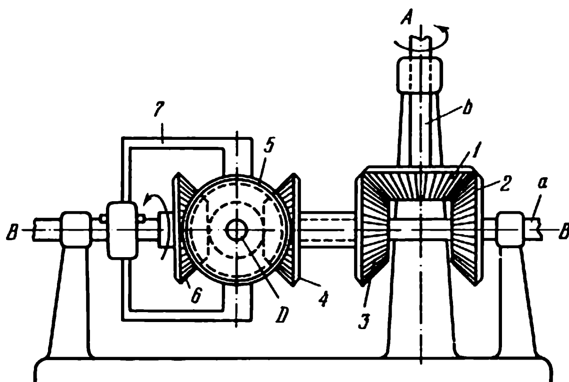


La roue dentée conique *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, vient en prise avec le satellite *2* ayant la forme d'une crémaillère dentée circulaire. Le satellite *2* est rigidement relié au satellite *3* réalisé, lui aussi, sous la forme d'une crémaillère circulaire et engrène avec la roue dentée conique *4* qui tourne autour d'un axe fixe *B*. Les satellites *2* et *3* constituent un couple de rotation avec le porte-satellites *5* tournant autour de l'axe *A*. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1*, n_4 de la roue *4* et n_5 du porte-satellites *5* satisfont à la condition

$$n_5 = \frac{z_2 z_4 n_4 - z_1 z_3 n_1}{z_2 z_4 - z_1 z_3},$$

où z_1, z_2, z_3 et z_4 sont les nombres de dents des roues *1*, *2*, *3* et *4*.

634	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ DU RÉDUCTEUR AVEC ROUES CONIQUES	DC BD



L'arbre *b* portant la roue dentée conique *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue *1* engrène avec les roues dentées coniques identiques *2* et *3*. La roue *2* est rigidement reliée à l'arbre *a* mobile autour d'un axe fixe *B — B*. La roue *3* et la roue dentée conique *4* qui en est solidaire sont folles sur l'arbre *a*. Le cadre *7*, qui constitue un porte-satellites, est rigidement relié à l'arbre *a*. Le porte-satellites *7* forme un couple de rotation *D* avec le satellite conique *5* qui engrène avec la roue *4* et la roue dentée conique *6* tournant librement sur l'arbre *a*.

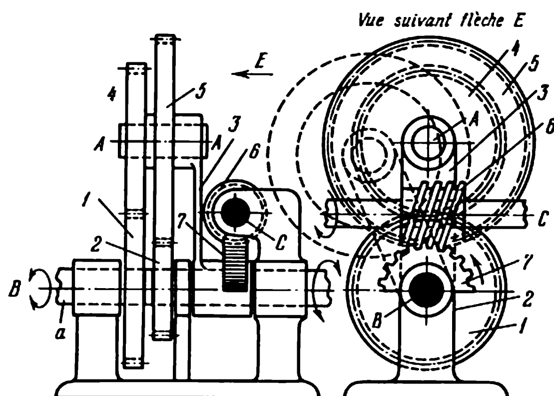
Les nombres de dents z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 et z_6 des roues *1*, *2*, *3*, *4*, *5* et *6* satisfont aux conditions

$$z_1 = z_2 = z_3 \quad \text{et} \quad z_4 = z_5 = z_6.$$

Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et n_6 de la roue *6* sont liés par la relation

$$n_6 = -3n_1.$$

635	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ DU RÉDUCTEUR AVEC SECTEUR DENTÉ	DC BD



La roue dentée 1, mobile autour de l'axe fixe B de l'arbre a, engrène avec le satellite 4, solidaire du satellite 5 qui engrène avec la roue dentée 2 tournant autour de l'axe B. Les satellites 4 et 5 forment un couple de rotation A avec le porte-satellites 3, mobile autour de l'axe B. Le secteur denté 7, solidaire du porte-satellites 3, engrène avec la vis tangente 6 tournant autour d'un axe fixe C. Comme l'engrenage à vis tangente est autofreinant, le porte-satellites 3 reste immobile pendant la rotation de la roue 1 et les nombres de tours par minute n_1 de la roue 1 et n_2 de la roue 2 sont liés par la relation

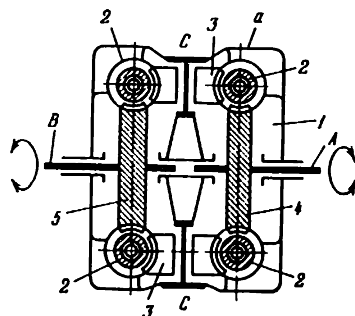
$$n_2 = n_1 \frac{z_1 z_5}{z_2 z_4},$$

où z_1, z_2, z_4 et z_5 sont les nombres de dents des roues 1, 2, 4 et 5, c.-à-d. que le mécanisme fonctionne comme un simple réducteur à double train.

Si l'on met en rotation la vis tangente 6, le mécanisme commence à fonctionner comme un réducteur différentiel, car le secteur denté 7 imprime au porte-satellites 3 un déplacement d'un angle quelconque dans les limites admises par le secteur denté. Les nombres de tours par minute n_1, n_2 des roues 1 et 2 et n_3 du porte-satellites 3 satisfont donc à la condition

$$n_3 = n_1 \frac{z_1 z_5}{z_1 z_5 - z_2 z_4} - n_2 \frac{z_2 z_4}{z_1 z_5 - z_2 z_4}.$$

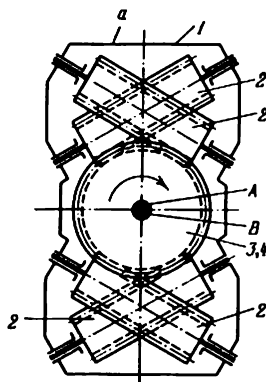
636	MÉCANISME DENTÉ DU DIFFÉRENTIEL AVEC ROUE TANGENTE	DC BD



Le porte-satellites *1* est réalisé sous la forme d'une boîte *a* mobile autour des demi-axes *A* et *B*. La boîte *a* constitue des couples de rotation avec quatre satellites tangents identiques *2* qui engrènent avec deux roues tangentes identiques *3* tournant autour des axes *C* de la boîte *a* et avec deux roues tangentes identiques *4* et *5* solidaires des demi-axes *A* et *B*. Les nombres de tours par minute n_1 de la boîte *a*, n_4 de la roue *4* et n_5 de la roue *5* sont liés par la relation

$$n_1 = \frac{n_4 + n_5}{2} .$$

637	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ AVEC ROUES TANGENTES	DC BD



Le porte-satellites *1* est réalisé sous la forme d'une boîte *a* mobile autour des demi-axes *A* et *B*, perpendiculaires au plan de la figure. La boîte *a* forme des couples de rotation avec quatre satellites tangents identiques *2* qui engrènent les uns sur les autres et avec les roues tangentes identiques *3* et *4* solidaires des demi-axes *A* et *B*. Les nombres de tours par minute n_1 de la boîte *a*, n_3 de la roue *3* et n_4 de la roue *4* sont liés par la relation

$$n_1 = \frac{n_3 + n_4}{2}.$$

4. Mécanismes de transmission harmoniques (638-644)

638	MÉCANISME D'UNE TRANSMISSION COAXIALE PAR ENGRENAGE À DEUX ONDES AVEC GÉNÉRATEUR EN FORME DE CAME	DC MTH

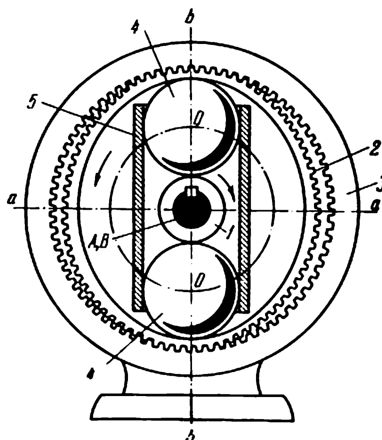
Le générateur d'ondes *1*, constitué par une came de forme elliptique, tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément flexible *2*, portant des dents situées sur sa surface extérieure, tourne autour d'un axe fixe *B* et engrène intérieurement avec les dents de la roue *3* rendue solidaire du montant. Un grand nombre de dents, situées symétriquement par rapport au petit axe de l'ellipse, sont en prise simultanément. Les billes *4* sont placées entre le générateur d'ondes *1* et la roue *2*. Le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{2},$$

où ω_1, ω_2 et n_1, n_2 sont les vitesses angulaires et les nombres de tours par minute du générateur d'ondes *1* et de l'élément *2*, z_2, le nombre de dents de la roue *2* tel que

$$z_2 = z_3 - 2.$$

639	MÉCANISME D'UNE TRANSMISSION COAXIALE PAR ENGRENAGE À DEUX ONDES AVEC GÉNÉRATEUR EN FORME DE BILLE	DC MTH

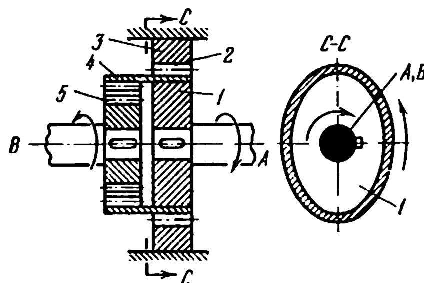


Le générateur d'ondes du mécanisme se présente sous la forme d'un porte-satellites *5* comprenant des billes *4* entraînées dans le mouvement au moyen d'une roue de friction cylindrique ronde *1* mobile autour d'un axe fixe *A*. L'élément flexible *2* dont la surface extérieure comporte des dents tourne autour d'un axe fixe *B* et engrène intérieurement avec les dents de la roue *3* rendue solidaire du montant. Un grand nombre de dents, situées symétriquement par rapport à l'axe *a — a* perpendiculaire à l'axe *b — b* passant par les centres *O* des billes *4*, sont en prise simultanément. Le rapport de transmission est égal à

$$i_{52}=\frac{\omega_5}{\omega_2}=\frac{n_5}{n_2}=-\frac{z_2}{2},$$

où ω_5, ω_2 et n_5, n_2 sont les vitesses angulaires et les nombres de tours par minute du générateur d'ondes *5* et de l'élément *2*, z_2, le nombre de dents de la roue *2* tel que $z_2 = z_3 - 2$.

640	MÉCANISME D'UNE TRANSMISSION COAXIALE PAR ENGRENAGE À DEUX ÉTAGES ET À DEUX ONDES AVEC GÉNÉRATEUR EN FORME D'ELLIPSE	DC MTH



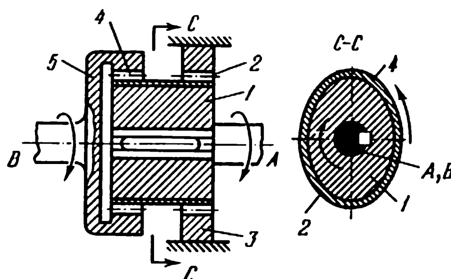
Le générateur d'ondes *1* en forme d'ellipse tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément flexible est composé de deux roues *2* et *4* à denture extérieure et intérieure reliées entre elles dont les nombres de dents z_2 et z_4 diffèrent de peu. La roue *2* engrène intérieurement avec la roue *3* rendue solidaire du montant. La roue *4* engrène avec la roue *5* tournant autour d'un axe fixe *B*. Le rapport de transmission i_{15} est égal à

$$i_{15}=\frac{\omega_1}{\omega_5}=\frac{n_1}{n_5}=-\frac{z_3 z_5}{z_3+z_5+2},$$

où ω_1, ω_5 et n_1, n_5 sont les vitesses angulaires et les nombres de tours par minute du générateur d'ondes *1* et de la roue *5*, z_3 et z_5, les nombres de dents des roues *3* et *5* tels que $z_3 =$

$$= z_2 + 2 \text{ et } z_5 = z_4 - 2.$$

641	MÉCANISME D'UNE TRANSMISSION COAXIALE PAR ENGRENAGE À DEUX ÉTAGES ET À DEUX ONDES AVEC GÉNÉRATEUR EN FORME D'ELLIPSE	DC MTH



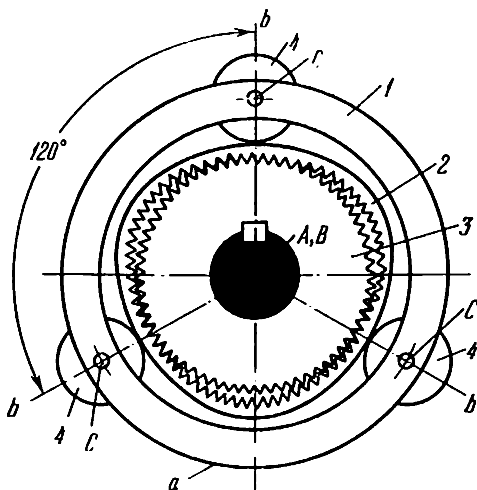
Le générateur d'ondes *1* en forme d'ellipse tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément flexible est composé de deux roues à denture extérieure *2* et *4* reliées entre elles dont les nombres de dents z_2 et z_4 diffèrent de peu. La roue *2* engrène avec la roue *3* rendue solidaire du montant. La roue *4* engrène avec la roue *5* tournant autour d'un axe fixe *B*. Le rapport de transmission est égal à

$$i_{15}=\frac{\omega_1}{\omega_5}=\frac{n_1}{n_5}=\frac{z_3 z_5}{z_5-z_3+2},$$

où ω_1, ω_5 et n_1, n_5 sont les vitesses angulaires et les nombres de tours par minute du générateur d'ondes *1* et de la roue *5*, z_3 et z_5, les nombres de dents des roues *3* et *5* tels que $z_3 =$

$$= z_2 + 2 \text{ et } z_5 = z_4 + 2.$$

642	MÉCANISME D'UNE TRANSMISSION COAXIALE PAR ENGRENAGE À TROIS ONDES AVEC GÉNÉRATEUR EXTÉRIEUR À ROULEAUX	DC MTH

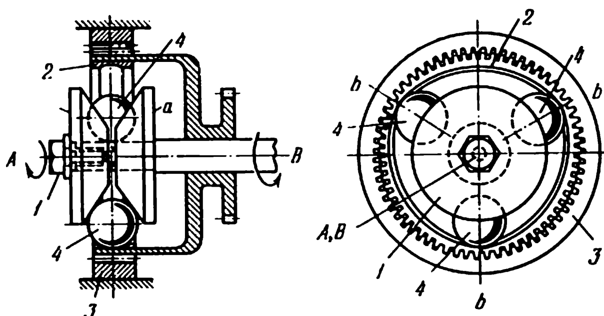


Le générateur d'ondes *1* se présente sous la forme d'un anneau *a*. Les rouleaux cylindriques ronds *4*, mobiles autour des axes *C* de l'anneau *a*, sont décalés d'un angle de 120°. Le générateur d'ondes *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément flexible *2* portant des dents situées sur sa surface intérieure tourne autour d'un axe fixe *B* et engrène avec les dents de la roue *3* rendue solidaire du montant. Un grand nombre de dents, situées symétriquement par rapport aux axes *b*, sont simultanément en prise. Le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12}=\frac{\omega_1}{\omega_2}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{z_2}{3},$$

où ω_1, ω_2 et n_1, n_2 sont les vitesses angulaires et les nombres de tours par minute du générateur d'ondes *1* et de l'élément *2* et z_2, le nombre de dents de l'élément *2* tel que $z_2 = z_3 + 3$.

643	MÉCANISME D'UNE TRANSMISSION COAXIALE PAR ENGRENAGE À TROIS ONDES AVEC GÉNÉRATEUR À BILLES	DC MTH

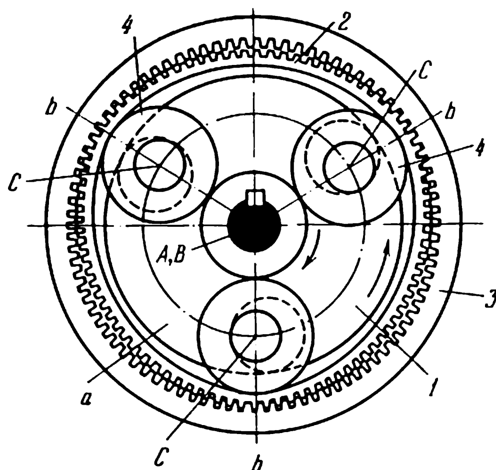


Le générateur d'ondes *1* se compose de deux cônes *a* entre lesquels sont placées des billes *4*. Les axes *b* des billes *4* sont décalés d'un angle de 120°. Le générateur d'ondes *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément flexible *2* portant des dents situées sur sa surface extérieure tourne autour d'un axe fixe *B* et engrène intérieurement avec les dents de la roue *3* rendue solidaire du montant. Un grand nombre de dents situées symétriquement par rapport aux axes *b* sont simultanément en prise. Le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{3},$$

où ω_1, ω_2 et n_1, n_2 sont les vitesses angulaires et les nombres de tours par minute du générateur d'ondes *1* et de l'élément *2*, et z_2, le nombre de dents de l'élément *2* tel que $z_2 = z_3 - 3$.

644	MÉCANISME D'UNE TRANSMISSION COAXIALE PAR ENGRENAGE À TROIS ONDES AVEC GÉNÉRATEUR INTÉRIEUR À ROULEAUX	DC MTH

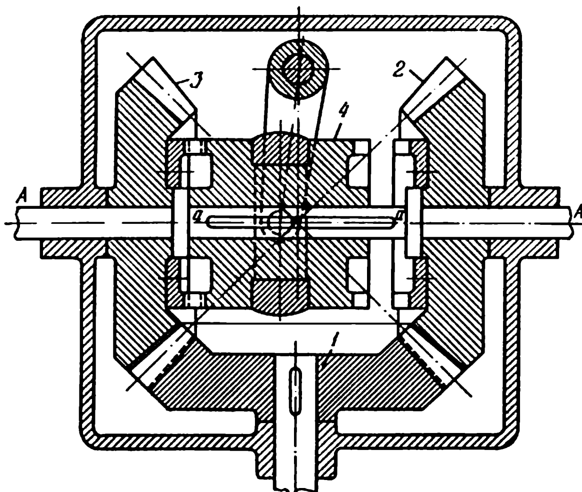


Le générateur d'ondes *1* se présente sous la forme d'un anneau *a*. Les rouleaux cylindriques ronds *4* sont décalés d'un angle de 120° et tournent autour des axes *C* de l'anneau *a*. Le générateur d'ondes *1* tourne autour d'un axe fixe *A*. L'élément flexible *2* portant des dents situées sur sa surface extérieure tourne autour d'un axe fixe *B* et engrène intérieurement avec les dents de la roue *3* rendue solidaire du montant. Un grand nombre de dents, situées symétriquement par rapport aux axes *b*, sont simultanément en prise. Le rapport de transmission i_{12} est égal à

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{3},$$

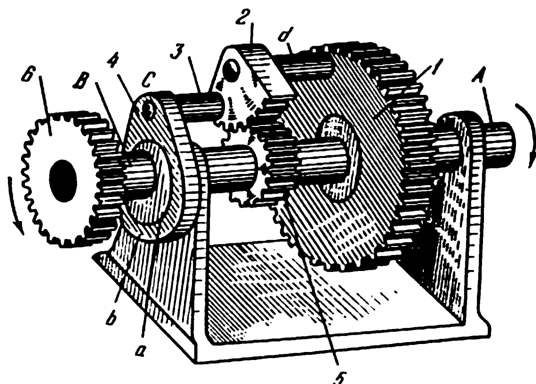
où ω_1, ω_2 et n_1, n_2 sont les vitesses angulaires et les nombres de tours par minute du générateur d'ondes *1* et de l'élément *2*, et z_2, le nombre de dents de l'élément *2* tel que $z_2 = z_3 - 3$.

645	MÉCANISME DENTÉ DES ROUES CONIQUES AVEC MANCHON DE COMMANDE	DC M



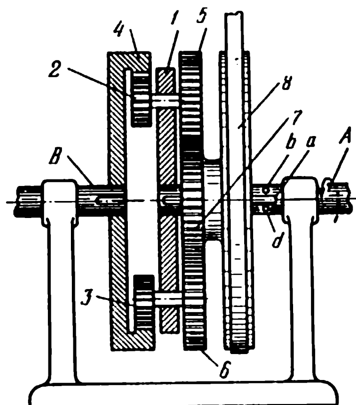
La roue conique *1* imprime un mouvement aux roues coniques *2* et *3* tournant librement sur l'arbre *A*. On fait tourner l'arbre *A* dans le sens voulu en embrayant le manchon *4* monté sur une clavette coulissante *a — a*.

646	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ POUR IMPRIMER LE MOUVEMENT DE ROTATION NON UNIFORME À L'ÉLÉMENT MENÉ	DC M



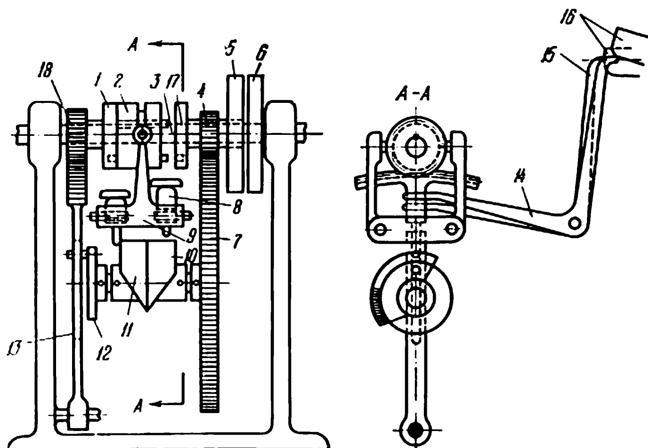
La commande indépendante des arbres *A* et *B* se fait au moyen d'engrenages qui sont en prise avec les roues *1* et *6*. Le secteur denté *2*, tournant fou sur le doigt *d* de la roue *1*, engrène avec la roue menée *5* qui tourne librement sur l'arbre *B*. L'excentrique rond *a*, solidaire de l'arbre *B*, est embrassé par la douille *b* de l'élément *4*. L'élément *4* forme un couple de rotation *C* avec le doigt *3* du secteur *2*. Lorsque les roues dentées *1* et *6* sont en mouvement uniforme, la roue dentée *5* reçoit un mouvement non uniforme.

647	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ DU COMPENSATEUR	DC M



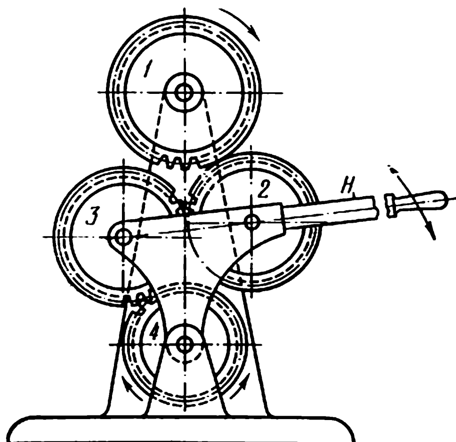
Le porte-satellites *1*, solidaire de l'arbre *A*, forme des couples de rotation avec les satellites dentés *2*, *5* et *3*, *6*. La roue *4* à denture intérieure, solidaire de l'arbre *B*, engrène avec les satellites *2* et *3*. La rotation de l'arbre menant *A* est transmise à l'arbre mené *B* à l'aide du porte-satellites *1* et des roues dentées *2*, *3* et *4* et à la roue *7*, montée folle sur l'arbre *A*, à l'aide des roues dentées *5* et *6*. La roue *7* possède une saillie *a* qui est serrée contre le goujon *d* ou le goujon *b*, fixés sur l'arbre *A*, selon le sens de rotation de ce dernier. Si l'arbre *A* tourne dans le sens indiqué par la flèche, la saillie *a* agit sur le goujon *d*, et la roue *7* tourne en même temps que l'arbre *A*. Les roues dentées *2*, *3*, *5* et *6* font tourner la roue dentée *4* et l'arbre *B* à une vitesse angulaire égale à celle de l'arbre *A*. Si l'arbre *A* tourne en sens inverse, la roue *7* est freinée par la courroie *8*, et la saillie *a* commence à se déplacer du goujon *d* vers le goujon *b*. La roue *7* est alors en retard par rapport à l'arbre *A* et au disque *1*; les roues dentées *2*, *3*, *5* et *6* commencent ensuite à tourner et mettent en mouvement la roue *4* et l'arbre *B* qui tournent dans le même sens que l'arbre *A*. Les dimensions des roues sont choisies de manière que la vitesse angulaire de l'arbre *B* soit supérieure à celle de l'arbre *A*. L'arbre *B* peut donc rattraper le retard dû à la marche à vide d'un amplificateur spécial non représenté sur la figure. Quand la saillie *a* touche le goujon *b*, la roue *7* se met à tourner en même temps que l'arbre *A* et la vitesse de l'arbre *B* devient égale à celle de l'arbre *A*. La distance entre les goujons *d* et *b* est réglée de façon qu'on puisse compenser exactement la marche à vide de l'amplificateur.

648	MÉCANISME À COINS ET ENGRENAGE POUR TRANSFORMATION DU MOUVEMENT	DC M



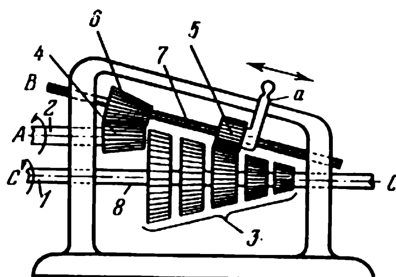
La poulie *5*, mise en mouvement par un électromoteur, la roue dentée *4* et la bride *17* sont calées sur un axe tubulaire. Le mouvement de la roue *4* est transmis à la roue *7* sur l'axe de laquelle sont fixés les coins cylindriques *10* et *11* et la rondelle-manivelle *12*. Le doigt de la rondelle *12* s'engage dans la rainure de la coulisse *13* en l'entraînant dans un mouvement oscillatoire. La coulisse se termine par un secteur denté qui engrène avec la roue dentée *18* de façon que cette dernière effectue un mouvement alternatif. La roue *18* et la rondelle *1* sont rigidement fixées sur le même axe tubulaire, à travers lequel passe l'arbre *3* qui porte à son extrémité la poulie *6*. Le manchon *2*, claveté sur l'arbre *3*, est commandé par le bras *9*. Lorsque le manchon *1* embraye avec la rondelle *2*, la poulie *6* reçoit un mouvement alternatif. Lorsqu'on met en prise la rondelle *17*, la poulie *6* reçoit un mouvement de rotation. Le déplacement du bras *9* vers la droite ou vers la gauche se fait à l'aide des coins cylindriques *10* et *11* qui entrent en contact avec les doigts *8*. Ces derniers s'abaissent sous l'action des leviers coudés *14* et *15* (voir la vue suivant *A— A*), qui sont mis en mouvement par les cames *16* montées sur un arbre de distribution non représenté sur la figure.

649	MÉCANISME DENTÉ DESTINÉ À INVERSER LE SENS DE ROTATION DE L'ÉLÉMENT MENÉ	DC M



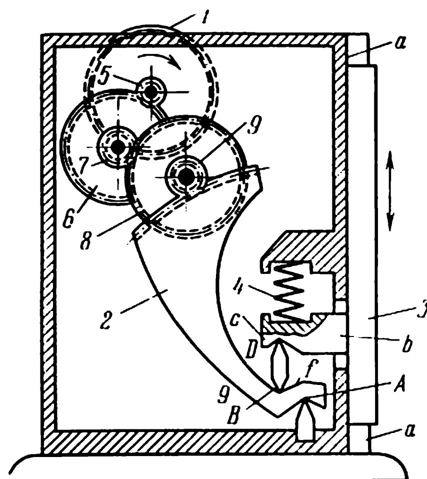
Lorsqu'on tourne la poignée *H* dans le sens des aiguilles d'une montre, la roue *1* vient en prise avec la roue *4* par l'intermédiaire de la roue *3*. Si l'on tourne la poignée *H* dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, les roues *1* et *4* s'engrènent successivement à l'aide des roues *2* et *3*. Si la roue *1* est animée d'un mouvement de rotation dans le même sens, la roue *4* tourne dans les deux sens selon la position de la poignée.

650	MÉCANISME D'UNE TRANSMISSION PAR ROUES CONIQUES ET ROUE CYLINDRIQUE À RAPPORT DE TRANSMISSION VARIABLE	DC M



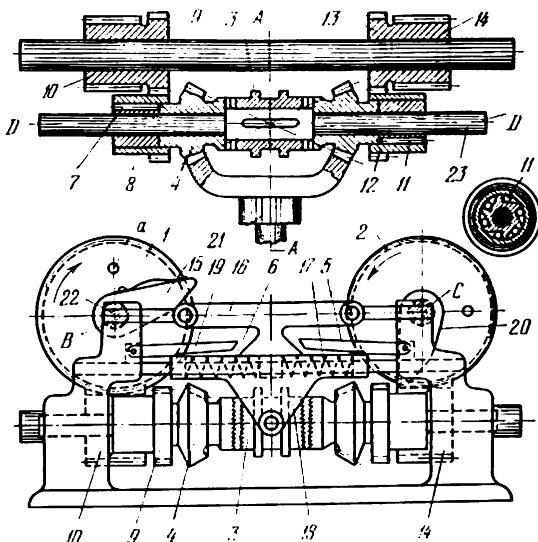
L'arbre *2* est mobile autour d'un axe fixe *A*. La roue conique ronde *4*, rigidement reliée à l'arbre *2*, engrène avec la roue conique ronde *6* rendue solidaire de l'arbre *7* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue cylindrique ronde *5*, tournant autour de l'axe *B*, peut glisser sur l'axe *B* et engrener avec l'une des roues coniques *3*, solidaires de l'arbre *8* tournant autour d'un axe fixe *C*. En amenant la roue *5* en prise avec les roues *3* au moyen de la poignée *a*, on obtient cinq rapports de transmission différents i_{21} entre les arbres *2* et *1*.

651	MÉCANISME DENTÉ DE MISE EN PLACE DE L'ÉLÉMENT MENÉ	DC M



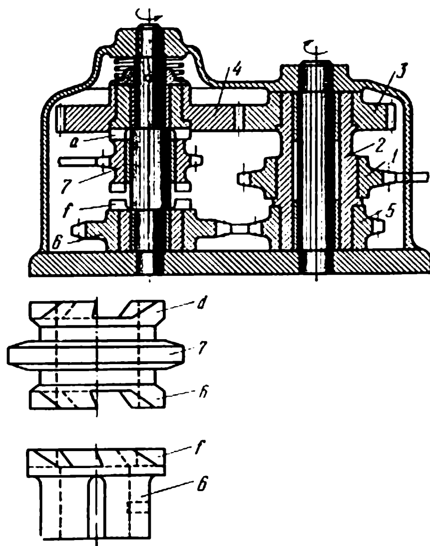
Le coulisseau *3*, constituant l'élément mené, se déplace d'un mouvement de translation dans le guidage *a*. La saillie *b* du coulisseau *3* possède une rainure *c* dans laquelle s'engage au point *D* l'élément intermédiaire *9* ; celui-ci prend appui en *B* sur la rainure *f* de l'élément *2*. Lorsque la roue *1* tourne, le segment denté *2* est mis en mouvement autour d'un point fixe *A* au moyen des roues intermédiaires *5*, *6*, *7*, *8* et *9*. Le coulisseau mené *3* prend alors la position voulue. Les ressorts *4* assurent l'effort de contact entre les éléments du mécanisme, éliminant ainsi l'influence des jeux dans les roues dentées.

652	MÉCANISME DENTÉ POUR METTRE ALTERNATIVEMENT EN MOUVEMENT DEUX ARBRES	DC M



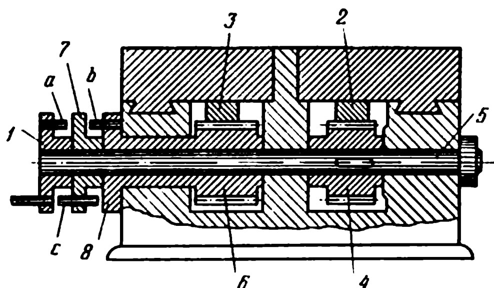
Lorsque l'arbre *21* tourne autour d'un axe fixe *A— A*, les roues tangentes *1* et *2* sont entraînées alternativement en rotation dans les deux sens autour des axes fixes *B* et *C*. Lorsque le manchon *3* est embrayé avec la roue *4* (le levier *5* bloque alors le manchon *3* dans sa position gauche), le mouvement est transmis à la roue tangente *1* au moyen de l'arbre *23* tournant autour d un axe fixe *D— D*, du manchon de marche libre *7*, des roues dentées *8*, *9* et de la vis sans fin *10*. La roue *2* reste alors en repos, car le manchon de marche libre *11* ne se coince pas dans le même sens que le manchon *7*. Le goujon *a* de la roue *1* tourne et bute contre le levier *15* qui est monté fou sur l'arbre *22*. Poussé par le levier *15*, l'élément *16* se déplace vers la droite, en serrant le ressort *17*. Sous l'action du ressort *17*, l'élément *18* soulève le levier *5*, et le manchon *3* embraye par son autre côté. Le levier *19* bloque alors le manchon *3* dans sa position droite. La roue *1* s'arrête, et la roue *2* est mise en mouvement au moyen du manchon de marche libre *11*, des roues dentées *12*, *13* et de la vis sans fin *14*. La roue *1* reste au repos jusqu à-ce que le levier *20*, agissant sur le levier *16*, ne déplace ce dernier vers la gauche de sorte que l'élément *18*, subissant l'action du ressort *6*, provoque l'embrayage du manchon de l'autre côté.

653	MÉCANISME DENTÉ AVEC ÉLÉMENT MENÉ À ROTATION IRRÉVERSIBLE	DC M



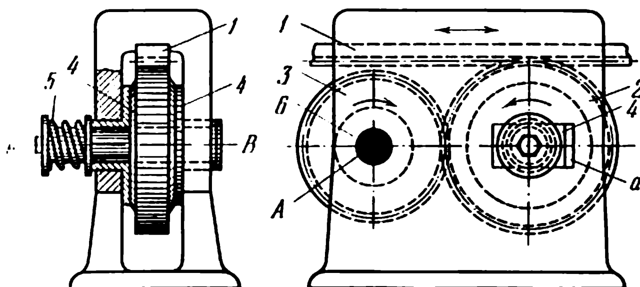
La roue à chaîne *1*, calée sur la douille *2*, est mise en mouvement par un moteur à marche réversible. La roue dentée *4* reçoit alors le mouvement de la roue dentée *3* dans un sens, et la roue à chaîne *6* reçoit son mouvement de la roue à chaîne *5* dans le sens opposé. Lorsque la roue *4* tourne dans un sens déterminé, la roue à chaîne *7* engrène par ses dents hélicoïdales *d* avec les dents hélicoïdales de la roue *4* et tourne dans le même sens. Lorsque la roue *4* tourne dans le sens inverse, la dent *a* de la roue *4* agit sur la dent *d* de la roue *7* et déplace cette dernière dans le sens axial. Les dents *b* de la roue *7* sont alors en prise avec les dents *f* de la roue *6*, et la roue *7* se met à tourner dans le même sens. De cette façon, le changement du sens de rotation de la roue *1* n'a aucune influence sur le sens de rotation de la roue *7*.

654	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE AVEC DEUX CRÉMAILLÈRES	DC M



La roue menante *1* entraîne la crémaillère *2* dans un mouvement alternatif à l'aide de la roue dentée *4* solidaire de l'arbre *5*. La roue dentée *6* comportant le disque *8* et montée librement sur l'arbre *5* imprime le mouvement à la cremaillère *3*. La roue dentée *6* est mise en mouvement par la roue menante *1* par suite de l'engrenage successif des fuseaux *a*, *b*, *c* situés sur la roue menante *1* et sur les disques *7* et *8* montés librement sur l'arbre *5*. Au début de la course aller et au début de la course retour de la crémaillère *2*, la crémaillère *3* reste immobile jusqu'à ce que la roue menante *1* tourne d'un angle correspondant à deux tours moins deux fois l'épaisseur des fuseaux. Les fuseaux *a*, *b*, *c* engrènent alors et la roue dentée *6* commence à tourner, imprimant le mouvement à la crémaillère *3*.

655	MÉCANISME À ENGRENAGE ET CRÉMAILLÈRE POUR MISE EN MOUVEMENT ROTATIF INTERMITTENT DE L'ARBRE MENÉ	DC M



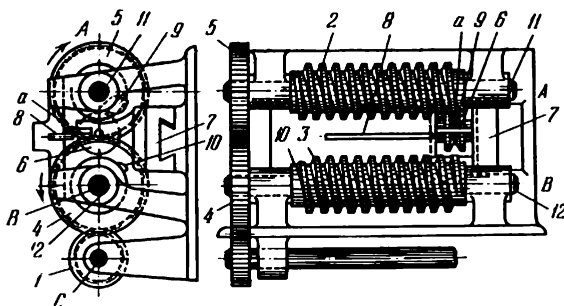
La roue *3*, solidaire de l'arbre mené *6* mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec la roue *2* tournant autour d'un axe *B* — *B*. Les brides *4* sont serrées contre la roue *2* par le ressort *5* et peuvent se déplacer avec la roue *2* dans le guidage fixe *a*. La crémaillère *1* se déplace d'un mouvement alternatif et les brides *4* prennent appui soit contre le côté gauche, soit contre le côté droit de la rainure *a*. Lorsque la bride prend appui contre le côté gauche, comme on le voit sur la figure, la roue *2* entre en prise avec la roue *3* et lui communique la rotation dans le sens indiqué par la flèche. Lorsque la bride prend appui contre le côté droit, la roue *2* commence à désengrener de la roue *3* et cette dernière reste immobile. L'arbre mené *6* effectue donc un mouvement intermittent dans le même sens.

656

MÉCANISME À VIS ET ENGRENAGE À MOUVEMENT RÉVERSIBLE

DC

M



Lorsque la roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *C*, les vis *2* et *3* reçoivent à l'aide des roues dentées *4* et *5* un mouvement de rotation autour des axes fixes *B* et *A* dans les sens indiqués par les flèches. Si le rouleau *6* engrène avec la vis *2*, il se déplace vers la droite avec le coulisseau *7*, et s'il engrène avec la vis *3*, il se déplace vers la gauche. Le contact entre le rouleau *6* et les vis *2* et *3* est assuré par la plaque *a* qui se déplace par rapport à un guidage fixe *8*. Ayant atteint sa position limite droite, le rouleau *6* se déplace vers le bas le long du coulisseau *7* sous l'action le la came *9* fixée sur l'arbre *11*. Lorsque le rouleau *6* atteint sa position limite gauche, il se déplace vers le haut le long du coulisseau *7* sous l'action de la came *10* fixée sur l'arbre *12*. Le coulisseau *7* reçoit ainsi un mouvement alternatif.

6. Mécanismes pour opérations mathématiques (657-662)

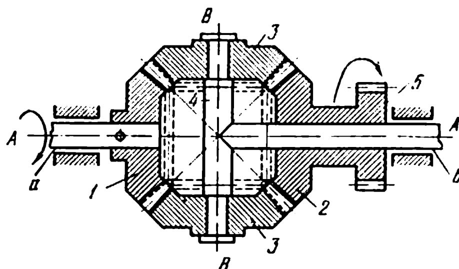
657	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL À ENGRENAGE ET CRÉMAILLÈRE POUR SOMMATION DE TROIS NOMBRES	DC OM

La crémaillère *2*, animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *A*, engrène avec la roue dentée *6* qui vient en prise avec la crémaillère *3* se déplaçant d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *C*. La crémaillère *7* engrène avec la roue *5* tournant autour d'un axe fixe *D* et constitue un couple de rotation *E* avec la roue *6*. La roue dentée *8*, solidaire de la roue *5*, vient en prise avec la crémaillère à double face *9* animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *K*. La crémaillère *9* engrène avec la roue *10* qui engrène, à son tour, avec la crémaillère *4* animée d'un mouvement dans un guidage fixe *N*. La roue *10* constitue un couple de rotation *F* avec l'élément *1* animé d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *M*. Le premier nombre à additionner est proportionnel au déplacement linéaire s_2 de la crémaillère *2*. Le deuxième nombre à additionner est proportionnel au déplacement linéaire s_3 de la crémaillère *3*. Le troisième nombre à additionner est proportionnel au déplacement linéaire s_4 de la crémaillère *4*. Le déplacement linéaire s_1 de la crémaillère *1* est proportionnel à la demi-somme des nombres à additionner s_2, s_3 et s_4 introduits à l'aide des crémaillères *2*, *3* et *4*, c.-à-d.

$$s_1 = \frac{s_2 + s_3 + s_4}{2},$$

car les nombres de dents z_5 et z_8 des roues *5* et *8* sont liés par le rapport $z_8 = 2z_5$. La somme des nombres à additionner figurera sur une échelle spéciale (non représentée sur la figure) qui enregistre le déplacement de l'élément *1*.

658	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ À ROUES CONIQUES POUR SOMMATION DE DEUX NOMBRES	DC OM

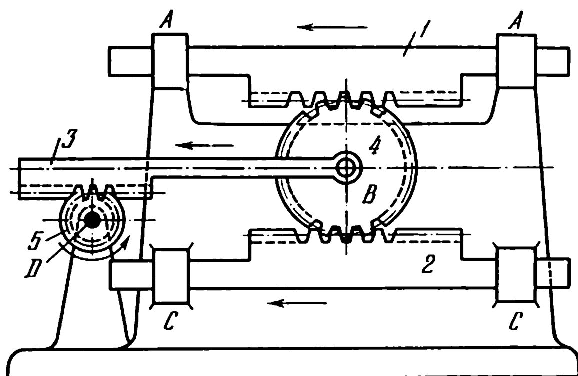


La roue dentée conique *1*, solidaire de l'arbre *a*, tourne autour d'un axe fixe *A — A* et engrène avec deux satellites coniques identiques *3* qui forment des couples de rotation *B* avec le porte-satellites *4* dont l'arbre *b* tourne autour de l'axe *A — A*. Les satellites *3* engrènent avec la roue dentée conique *2* tournant librement sur l'arbre *b*. Les nombres de dents z_1 et z_2 des roues *1* et *2* sont égaux entre eux. Le premier nombre à additionner est proportionnel à l'angle φ_1 de rotation de l'arbre *a*. Le deuxième nombre à additionner est proportionnel à l'angle φ_2 de rotation de l'arbre *b* et est introduit à l'aide de la roue dentée *5*. L'angle φ_4 est proportionnel à la demi-somme des nombres à additionner φ_1 et φ_2 introduits à l'aide de l'arbre *a* et de la roue *5*, c.-à-d.

$$\varphi_4 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}.$$

La somme des deux nombres à additionner est fournie par un dispositif spécial non représenté sur la figure.

659	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE POUR SOMMATION DE DEUX NOMBRES	DC OM



La crémaillère *1*, animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe $A - A$, engrène avec la roue dentée *4* qui, à son tour, engrène avec la crémaillère *2* animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe C. La crémaillère *3* engrène avec la roue dentée *5* tournant autour d'un axe fixe D et constitue un couple de rotation B avec la roue *4*. Le premier nombre à additionner est proportionnel au déplacement linéaire s_1 de la crémaillère *1*. Le deuxième nombre à additionner est proportionnel au déplacement linéaire s_2 de la crémaillère *2*. Le déplacement linéaire s_3 de la crémaillère *3* est proportionnel à la demi-somme des nombres à additionner s_1 et s_2 introduits à l'aide des crémaillères *1* et *2*, c.-à-d.

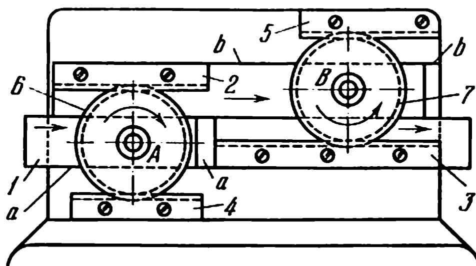
$$s_3 = \frac{s_1 + s_2}{2}.$$

Le mécanisme donne la somme des nombres à additionner, en enregistrant l'angle φ_5 de rotation de la roue *5* égal à

$$\varphi_5 = \frac{s_3}{R} = \frac{1}{2R}(s_1 + s_2),$$

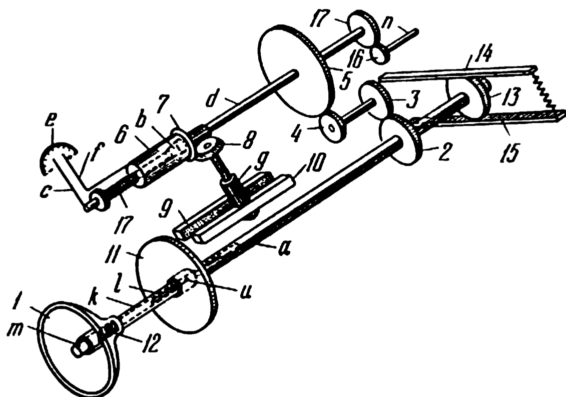
où R est le rayon du cercle primitif de la roue *5*.

660	MÉCANISME DE MULTIPLICATION À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE	DC OM



L'élément *1*, animé d'un mouvement de translation dans un guidage fixe *a — a*, forme un couple de rotation *A* avec la roue *6* roulant sur la crémaillère fixe *4*. La roue *6* engrène avec la crémaillère *2* animée d'un mouvement de translation dans un guidage fixe. La crémaillère *2* constitue un couple de rotation *B* avec la roue *7* ; le rayon du cercle primitif de cette dernière est égal à celui du cercle primitif de la roue *6*. La roue *7* est en prise avec la crémaillère *3* animée d'un mouvement de translation dans un guidage *a — a* et roulant sur la crémaillère fixe *5*. Le déplacement s_2 de la crémaillère *2* est égal à $s_2 = 2s_1$ et le déplacement s_3 de la crémaillère *3* est égal à $s_3 = 2s_2 = 4s_1$, où s_1 est le déplacement de l'élément *1*.

661	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE POUR SOMMATION, AVEC REMISE À ZÉRO À L'AIDE DES CRÉMAILLÈRES	DC OM

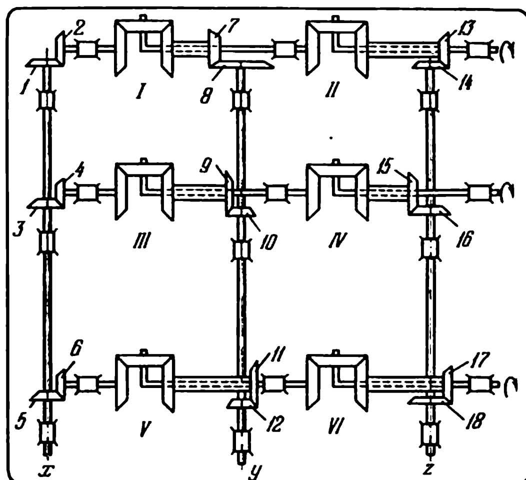


On introduit le nombre à additionner par la rotation du volant *1* solidaire de l'arbre *a* dont le mouvement est transmis à l'arbre *d* comportant une aiguille *c* à l'aide des roues dentées *2*, *3*, *4* et *5*. La grandeur du nombre est enregistrée sur l'échelle *e*. La rotation est transmise par le cône *b* à la douille de friction *6* sur laquelle est fixée une aiguille *f* qui tourne d'un même angle que l'aiguille *c*. En même temps la rotation de la douille *6* est transmise au moyen des roues dentées *7* et *8* à la roue dentée *g* qui déplace les crémaillères *9* et *10* en sens inverses. La crémaillère *9* se déplace vers la gauche et agit sur le disque *11*, relié par le goujon *u* à la tige *k* logée dans la partie creuse de l'arbre *a*. De cette façon, lorsque le disque *11* se déplace sur l'arbre *a* dans les limites admises par la rainure *l*, la tige *k* se déplace aussi, en surmontant la résistance du ressort *12*. Après l'introduction d'un des nombres à additionner, on appuie sur le bouton *m* de la tige *k* qui, avec le disque *11*, commence à se déplacer vers la droite. Le disque *11* agit alors sur la crémaillère *9* et déplace cette dernière vers la droite également; la

crémaillère *10* se déplace donc vers la gauche. Ce mouvement s'observe jusqu'à ce que le disque *11* touche les deux crémaillères ; le déplacement ultérieur devient impossible. Lorsque les crémaillères *9* et *10*, ainsi que le disque *11*, occupent cette position, l'aiguille *f* se remet à zéro. L'aiguille *c* reste donc à son emplacement précédent. L'introduction des nombres à additionner suivants se fait de la même façon. De cette façon, lorsqu'on introduit une série de nombres, l'arbre *d* tourne d'un angle proportionnel à la somme des nombres à additionner. La somme indiquée par l'aiguille *c* est transmise aux autres mécanismes à l'aide des roues dentées *17*, *16* et de l'arbre *n*. Le fixateur, composé de la roue dentée *13* et des crémaillères *14* et *15*, sert à immobiliser le volant *1* et à créer sur l'arbre *d* un moment supérieur à celui qui apparaît entre la douille *10* et l'arbre *d*. Cela est nécessaire pour éliminer la rotation de l'arbre *d* pendant la remise à zéro de l'aiguille *c*.

Le ressort effectue le serrage des roues dentées *7* et *8*.

662	MÉCANISME DENTÉ DESTINÉ À RÉSOUDRE UN SYSTÈME D'ÉQUATIONS ALGÉBRIQUES LINÉAIRES	DC OM



Le mécanisme résout un système de trois équations avec trois inconnues

$$x + a_1y + b_1z = c_1,$$
$$x + a_2y + b_2z = c_2,$$
$$x + a_3y + b_3z = c_3,$$

où a, b, c sont les constantes données.

Les engrenages *1—2*, *3—4*, *5—6* ont un rapport de transmission égal à l'unité. Les engrenages *7—8*, *9—10*, *11—12* ont des rapports de transmission égaux à

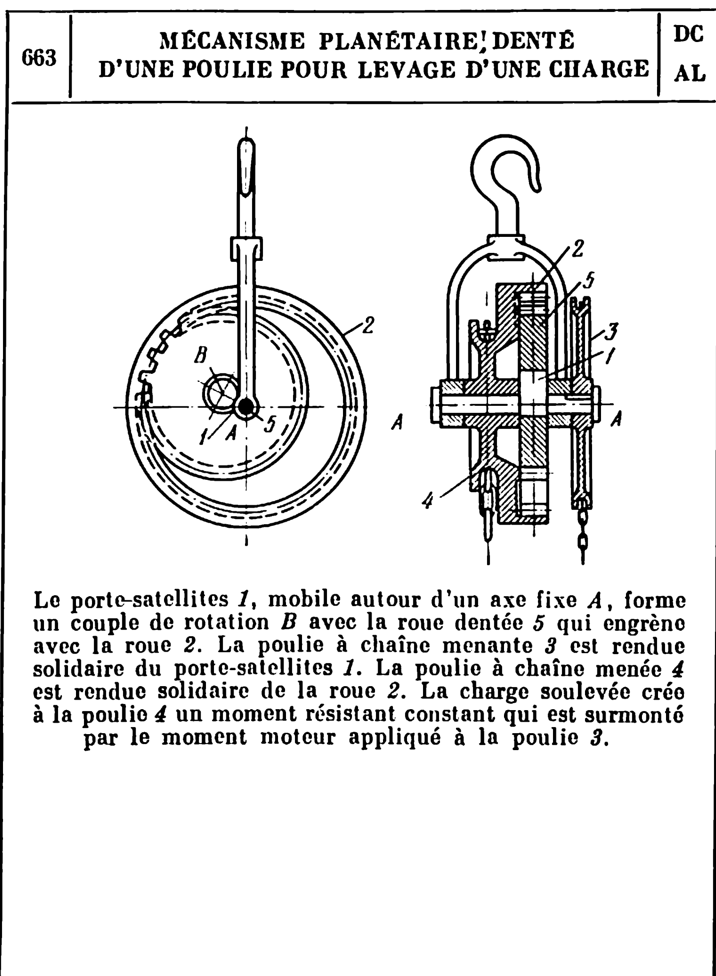
$$i_{7,8} = a_1,\ i_{9,10} = a_2,\ i_{11,12} = a_3.$$

Les engrenages *13—14*, *15—16*, *17—18* ont des rapports de transmission égaux à

$$i_{13,14} = 0,5b_1,\ i_{15,16} = 0,5b_2,\ i_{17,18} = 0,5b_3.$$

En vertu de la propriété du différentiel conique, le porte-satellites du différentiel II tourne d'une grandeur égale à un quart du premier membre de la première équation, le porte-satellites du différentiel IV tourne d'une grandeur égale à un quart du premier membre de la deuxième équation et, enfin, le porte-satellites du différentiel VI tourne d'une grandeur égale à un quart du premier membre de la troisième équation. Les angles de rotation des axes x, y, z fourniront les inconnues.

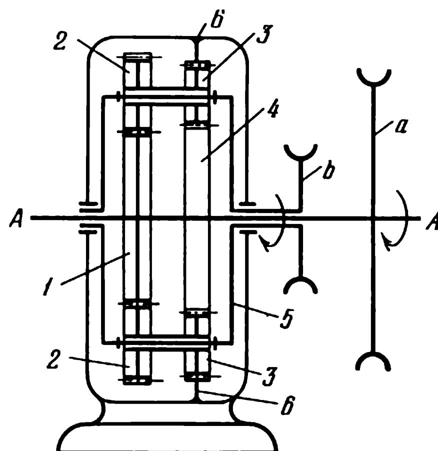
7. Mécanismes des appareils de levage (663-670)



663	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UNE POULIE POUR LEVAGE D'UNE CHARGE	DC AL

Le porte-satellites *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, forme un couple de rotation *B* avec la roue dentée *5* qui engrène avec la roue *2*. La poulie à chaîne menante *3* est rendue solidaire du porte-satellites *1*. La poulie à chaîne menée *4* est rendue solidaire de la roue *2*. La charge soulevée crée à la poulie *4* un moment résistant constant qui est surmonté par le moment moteur appliqué à la poulie *3*.

664	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UN PALAN	DC AL

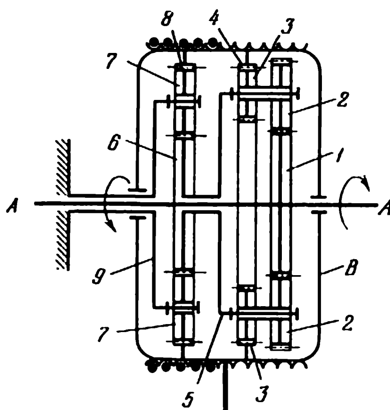


La roue dentée *1* et la poulie *a* sont rendues solidaires de l'arbre *A*. La roue *1* engrène avec les satellites *2* rigidement reliés aux satellites *3*. Les satellites forment un couple de rotation avec le porte-satellites *5* muni d'une poulie *b*. Les satellites *3* engrènent intérieurement avec la roue fixe *6*. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et n_5 du porte-satellites *5* sont liés par la relation

$$n_5 = n_1 \frac{z_1 z_3}{z_1 z_3 + z_2 z_6}.$$

La poulie *b* tourne donc dans le même sens que la poulie *a*, mais à une vitesse angulaire réduite.

665	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UN PALAN ÉLECTRIQUE	DC AL



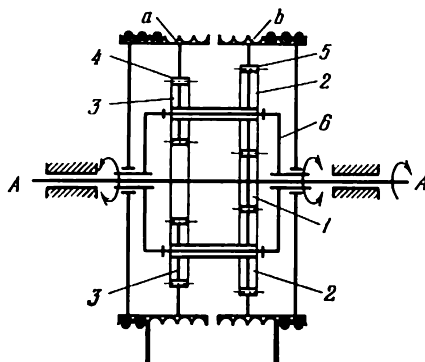
Le tambour B du palan électrique est mis en mouvement par l'arbre A auquel est rigidement reliée la roue dentée *1* qui engrène avec les satellites *2*. Les satellites *3*, solidaires des satellites *2*, engrènent intérieurement avec la roue dentée *4* du tambour B. Les satellites *2* et *3* forment un couple de rotation avec le porte-satellites *5*, solidaire de la roue dentée *6* qui engrène avec la roue *7* tournant autour des axes de l'élément fixe *9*. Les roues *7* engrènent intérieurement avec la roue dentée *8* appartenant au tambour B. Les nombres de tours par minute n_1 de l'arbre A et n_8 du tambour B sont liés par la relation

$$n_8 = -n_1 \left(\frac{z_1 z_3 z_6}{z_2 z_4 z_6 + z_2 z_4 z_8 + z_1 z_3 z_8} \right),$$

où z_1, z_2, z_3, z_4, z_6 et z_8 sont respectivement les nombres de dents des roues *1*, *2*, *3*, *4*, *6* et *8*.

L'arbre A et le tambour B tournent donc dans les sens inverses. Le tambour B a une vitesse angulaire inférieure à celle de l'arbre A.

666	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ D UN PALAN ÉLECTRIQUE AVEC DEUX TAMBOURS DE LEVAGE	DC AL



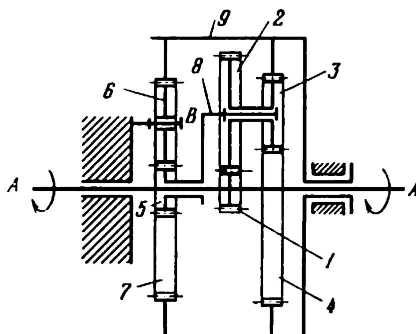
La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe A, engrène avec les satellites *2* qui, à leur tour, sont en prise intérieure avec la roue dentée *5* rendue solidaire du tambour de levage *b*. Les satellites *2* sont solidaires des satellites *3* qui engrènent intérieurement avec la roue *4* rendue solidaire du tambour de levage *a*. Les satellites *2* et *3* forment des couples de rotation avec le porte-satellites *6* tournant autour de l'axe fixe A. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1*, n_5 du tambour *5* et n_4 du tambour *4* sont liés par la relation

$$n_1 = n_5 \frac{z_5}{z_1} \left(\frac{z_1 z_3 - z_2 z_4}{z_3 z_5 - z_2 z_4} \right) + n_4 \frac{z_4}{z_1} \left(\frac{z_2 z_5 - z_1 z_4}{z_3 z_5 - z_2 z_4} \right),$$

où z_1, z_2, z_3, z_4 et z_5 sont les nombres de dents des roues *1*, *2*, *3*, *4* et *5*.

Le mécanisme est destiné à assurer différentes conditions pour le levage des charges. Si le tambour *b* est freiné, c'est le tambour *a* qui effectue le levage et vice versa. Si l'un des tambours tourne sous l'action d'une charge à descendre, l'autre tambour peut effectuer le levage d'une charge, etc.

667	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ FERMÉ D'UN PALAN ÉLECTRIQUE	DC AL

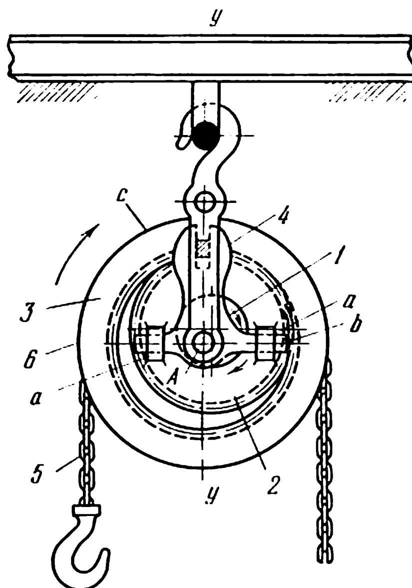


La roue dentée *1*, mobile autour d'un axe fixe *A*, engrène avec le satellite *2* rigidement relié au satellite *3* qui engrène intérieurement avec la roue dentée *4* du tambour *9* du palan. Le tambour *9* tourne autour d'un axe fixe *A*. La roue dentée *7*, solidaire du tambour *9*, engrène intérieurement avec la roue dentée *6* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue *6* est en prise avec la roue dentée *5* rendue solidaire du porte-satellites *8* qui constitue un couple de rotation avec les satellites *2* et *3*. Les nombres de tours par minute n_1 de la roue *1* et n_9 du tambour *9* sont liés par la relation

$$n_9 = n_1 \frac{z_1 z_3 z_5}{z_2 z_4 z_7 - z_2 z_4 z_5 + z_1 z_3 z_7},$$

où z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 et z_7 sont les nombres de dents des roues *1*, *2*, *3*, *4*, *5* et *7*.

668	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UN PALAN AVEC EXCENTRIQUE	DC AL



Le porte-satellites se présente sous la forme d'un excentrique rond *1* tournant autour de l'axe *A* du croisillon *4* animé d'un mouvement de translation le long de l'axe $y-y$. Le croisillon dont la douille embrasse l'excentrique *1* possède un guidage $a-a$ dans lequel il glisse par ses doigts *b*. Lorsque le porte-satellites *1* tourne, la roue *2* effectue un mouvement de translation circulaire. La roue *3*, qui engrène intérieurement avec la roue *2*, comporte la poulie *6*, sur laquelle s'enroule la chaîne *5*.

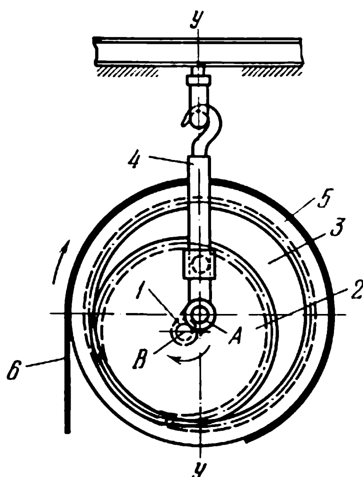
Les nombres de tours par minute n_1 de l'excentrique *1* et n_2 de la roue *3* sont liés par la relation

$$n_2 = n_1 \frac{z_3 - z_2}{z_3},$$

où z_2 et z_3 sont les nombres de dents des roues *2* et *3*.

Lorsque l'excentrique *1* est en mouvement, la roue *3* portant la poulie *6* sur laquelle s'enroule la chaîne *5* tourne lentement, en levant la charge.

669	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UN PALAN	DC AL



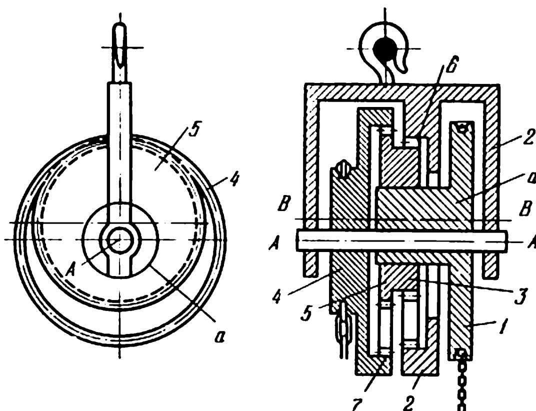
Le porte-satellites *1* tourne autour de l'axe *A* de l'élément *4* animé d'un mouvement de translation le long de l'axe *y — y*. La petite roue dentée *2* est rigidement reliée à l'élément *4*. La roue *3* engrène intérieurement avec la roue *2* et forme un couple de rotation *B* avec le porte-satellites *1*. Les nombres de tours n_1 du porte-satellites *1* et n_3 de la roue *3* sont liés par la relation

$$n_3 = n_1 \frac{z_3 - z_2}{z_3},$$

où z_2 et z_3 sont les nombres de dents des roues *2* et *3*. Lorsque le porte-satellites *1* est en mouvement, la roue *3* portant le tambour *5* tourne lentement, enroulant le câble *6* auquel est fixée la charge.

670 | MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UNE POULIE À CHAÎNE | DC AL

MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UNE POULIE À CHAÎNE



La poulie menante à chaîne *1* qui constitue un porte-satellites tourne autour de l'axe *A* de la boîte *2*. L'excentrique *a*, rigidement relié à la poulie *1*, forme un couple de rotation avec les satellites *3* et *5*. Les satellites *3* et *5*, rigidement reliés entre eux, engrènent intérieurement avec la roue *6* appartenant à la poulie à chaîne *4*. Le nombre de tours par minute n_1 de la poulie *1* est lié au nombre de tours par minute n_4 de la poulie *4* par la relation

$$n_4 = n_1 \frac{z_7 z_3 - z_5 z_6}{z_7 z_3}.$$

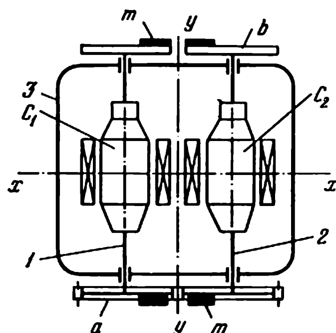
Les nombres de dents z_3, z_5, z_6 et z_7 des roues *3*, *5*, *6* et *7* sont choisis de manière que la différence $z_7 z_3 - z_5 z_6$ soit assez petite. Par conséquent, lorsque la poulie *1* est en mouvement, la poulie *4* tourne beaucoup plus lentement que la poulie *1*.

8. Mécanismes des machines et appareils produisant des vibrations (671-673)

671	MÉCANISME DENTÉ D'UNE MACHINE POUR ESSAI DE VIBRATION	DC MV

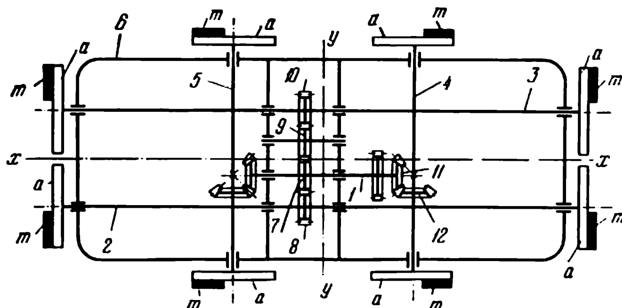
Les masses égales *m* non équilibrées sont fixées sur les disques *a* de sorte que la résultante des forces non équilibrées soit dirigée suivant l'axe perpendiculaire au plan de la figure ou de sorte qu'apparaisse un couple moteur par rapport à cet axe. Le corps *2* de la machine est rigidement fixé sur la construction à essayer. Lorsque l'arbre *1* tourne, le corps *2*, ainsi que la fondation ou l'appui à essayer subissent l'action d'une charge de vibration.

672	MÉCANISME DENTÉ D'UNE MACHINE POUR ESSAI DE VIBRATION	DC / MV



Les masses égales *m* non équilibrées sont fixées sur les roues dentées *a* et sur les disques *b* de sorte qu'apparaisse soit la résultante des forces non équilibrées dirigée suivant l'axe perpendiculaire au plan de la figure, soit un couple moteur par rapport à cet axe ou à l'axe *x*. Le corps *3* de la machine est fixé sur la construction à essayer. Le mouvement de rotation est créé par deux moteurs électriques accouplés C_1 et C_2. Lorsque les arbres *1* et *2* tournent, le corps de la machine *3*, ainsi que la construction à essayer, subissent l'action d'une charge de vibration.

673	MÉCANISME DENTÉ D'UN VIBRATEUR À MASSES MULTIPLES	DC MV



Les masses égales *m* non équilibrées sont fixées sur les disques *a* de sorte qu'apparaisse soit la résultante des forces non équilibrées dirigée suivant l'un des axes *x* — *x*, *y* — *y* où suivant l'axe perpendiculaire au plan de la figure, soit un couple moteur par rapport à l'un de ces axes. Les roues dentées *7*, *8*, *9*, *10* transmettent le mouvement de rotation de l'arbre *1* aux arbres *2* et *3*, et les roues coniques *11*, *12* le transmettent aux arbres *4* et *5*. Lorsque l'arbre *1* tourne, le corps de la machine *6* et la construction à essayer subissent l'action d'une charge de vibration.

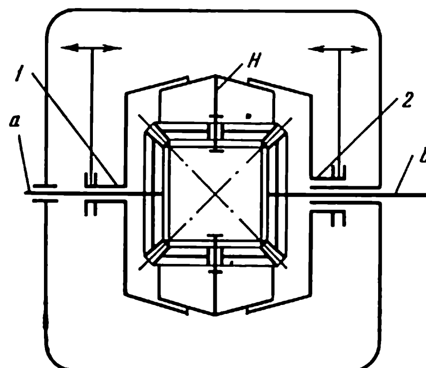
674	MÉCANISME DENTÉ D'UN ACCOUPLEMENT DE DÉBRAYAGE RÉVERSIBLE AVEC ROUES CYLINDRIQUES	DC Ac

Les disques *e* de l'accouplement à friction *5* tournent avec le porte-satellites *H* et glissent le long de son axe. Le disque *d* est relié au corps. Le disque *c* est relié à l'arbre *b* de la roue *4*. L'accouplement *5* se déplaçant vers la droite, les arbres *a* et *b* tournent à des vitesses angulaires de grandeur et de direction égales. L'accouplement *5* se déplaçant vers la gauche, les arbres *a* et *b* reçoivent une rotation en sens inverses. Le rapport de transmission est alors égal à

$$i_{ab} = -\frac{z_4}{z_1},$$

où z_1 et z_4 sont les nombres de dents des roues *1* et *4*. A l'état neutre de l'accouplement *5* et lorsqu'il y a un couple de réaction à l'arbre *b*, ce dernier reste immobile, et les satellites *3* tournent autour de la roue immobile *4*.

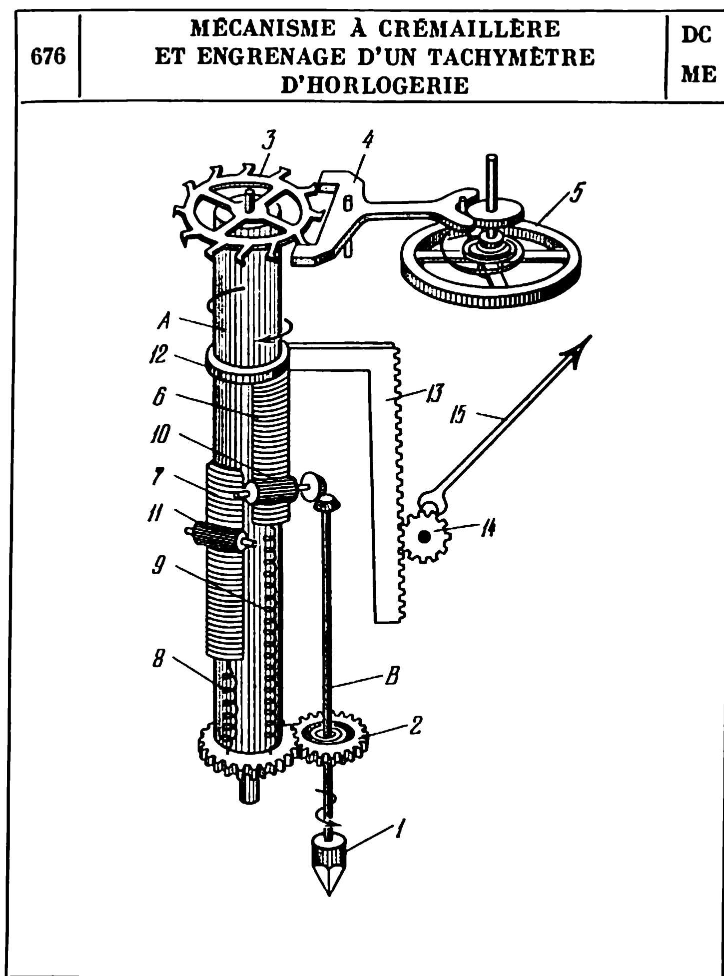
675	MÉCANISME DENTÉ D'UN ACCOUPLEMENT DE DÉBRAYAGE RÉVERSIBLE AVEC ROUES CONIQUES	DC Ac



L'accouplement *1* tourne avec l'arbre menant *a* et glisse le long de son axe. L'accouplement *2* glisse le long d'un corps immobile. Lorsque l'accouplement *1* embraye avec le porte-satellites *H*, l'arbre mené *b* tourne dans le même sens que l'arbre menant *a*. Lorsque l'accouplement *2* embraye avec le porte-satellites *H*, l'arbre *b* tourne dans le sens inverse. Les accouplements *1* et *2* une fois débrayés et s'il y a un couple de réaction à l'arbre *b*, ce dernier reste immobile.

10. Mécanismes des dispositifs de mesure et d'essai (676-679)

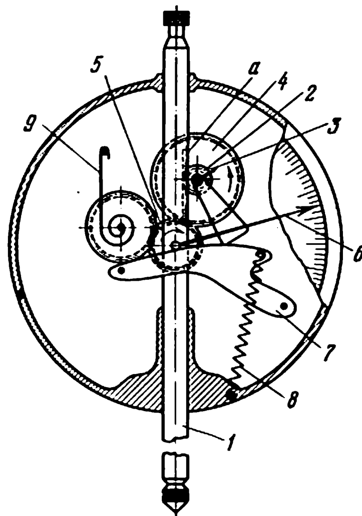
676	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE D'UN TACHYMÈTRE D'HORLOGERIE	DC ME



676	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE D'UN TACHYMÈTRE D'HORLOGERIE	DC ME

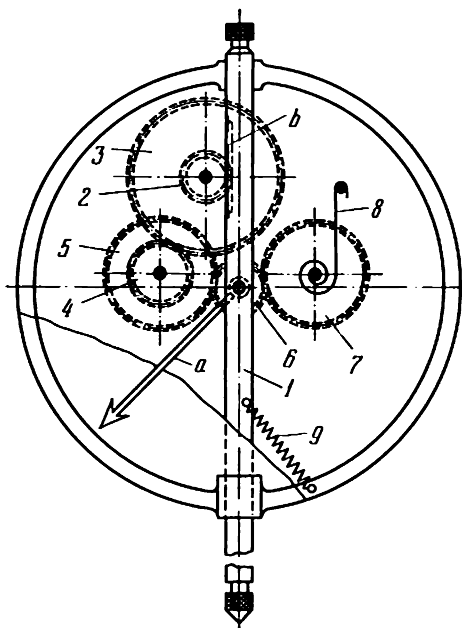
L'arbre *B* qui met en mouvement l'arbre *A* reçoit la rotation de l'arbre à essayer par l'intermédiaire de l'embout *1* et de l'accouplement à friction logé dans la roue dentée *2*. La vitesse angulaire de l'arbre *A* est maintenue constante grâce à un mécanisme d'horlogerie composé des pièces *3*, *4*, *5*. Lorsque l'arbre à essayer tourne à une vitesse différente de celle de l'arbre *A*, l'accouplement à friction de la roue dentée *2* glisse et l'arbre *A* garde sa vitesse constante indépendamment de la vitesse de rotation de l'arbre à essayer. Les crémaillères cylindriques *6* et *7* qui glissent sur l'arbre *A* sont ramenées à l'état initial sous l'action des ressorts *8* et *9*. Le rouleau denté *10* est mis en mouvement par l'arbre *B*. Le rouleau fixe *11*, situé à un écartement de 120° du rouleau *10*, est serré contre l'arbre *A*. Pendant 1/3 de tour de l'arbre *A*, la crémaillère *6* engrène avec le rouleau *10* et se déplace vers le haut d'une distance proportionnelle au nombre de tours de l'arbre *B* pendant cette durée. Pendant le tiers suivant, la crémaillère *6* engrène avec le rouleau fixe *11*, tout en restant à la même hauteur. De cette façon, les crémaillères *6* et *7* s'élèvent alternativement, proportionnellement au nombre de tours de l'arbre *B* pendant une durée égale à 1/3 de tour de l'arbre *A*. Les crémaillères *6* et *7* déplacent vers le haut l'anneau *12* portant la crémaillère *13*. Cette dernière met en mouvement la roue dentée *14* et l'aiguille *15* qui enregistre la vitesse moyenne de l'arbre à essayer pour 1/3 de tour de l'arbre *A*.

677	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE D'UN INDICATEUR	DC ME



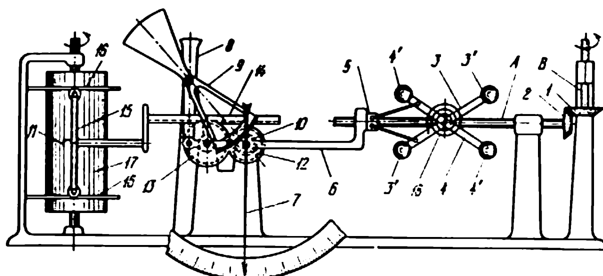
La tige de mesure *1* possède une crémaillère *a* qui engrène avec la roue *2*. Lorsque la tige *1* se déplace, l'aiguille *3* enregistre sur la petite échelle les valeurs entières en millimètres. Le mouvement est transmis à la roue *5* par l'intermédiaire de la roue *4*, et l'aiguille *6* enregistre sur la grande échelle les centièmes de millimètre. La tige de mesure *1* subit l'action du levier profilé *7* sollicité, à son tour, par le ressort *8*. A mesure que le ressort *8* se détend, le bras de la force diminue et la pression exercée sur la tige de mesure à ses positions initiale et finale reste constante. La course morte est éliminée à l'aide du ressort en spirale *9*.

678	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE D'UN INDICATEUR	DC ME



La crémaillère *b* de l'élément de mesure *1* provoque la rotation des roues dentées *2* et *3* fixées sur un axe commun. La roue *3* met en rotation la roue dentée *4*, sur l'axe de laquelle est montée la roue dentée *5* qui met en mouvement la roue dentée *6* comportant l'aiguille *a*. La course morte entre la crémaillère et la roue *2* est éliminée à l'aide de la roue dentée de serrage *7* munie d'un ressort en spirale *8*. Le ressort *9* assure la pression indispensable à la mesure.

679	**MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE D'UN TACHYGRAPHE CENTRIFUGE**	**DC ME**

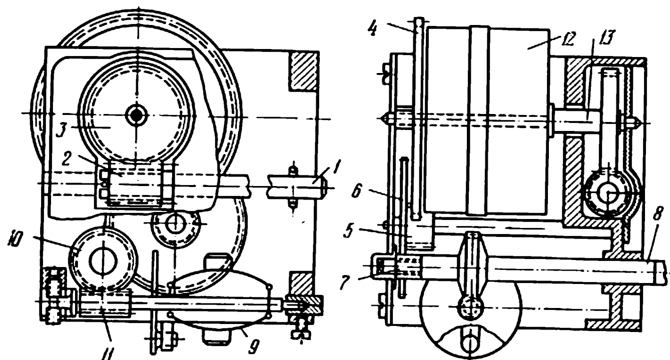


L'arbre à essayer met en mouvement l'arbre *A* du tachymètre au moyen de l'arbre *B* et de l'engrenage *1*, *2*. Les leviers *3*, *4* portant les charges *3'*, *4'* sont articulés sur l'arbre *A*. Lorsque l'arbre *A* tourne, les charges *3'* et *4'* s'écartent sous l'action des forces centrifuges et la douille *5* se déplace, en même temps que le levier *6*. Ce mouvement est transmis à l'aiguille *7* (à l'aide du levier *8* et du secteur denté *9*, qui en est solidaire, et de la roue dentée *10*) et à la plume *11* (à l'aide des roues dentées *12*, *13*, de la crémaillère *14* et du coulisseau *15* se déplaçant dans le guidage *16*). Un mécanisme d'horlogerie imprime le mouvement de rotation au tambour *17*. Le ressort *18* ramène les leviers *3* et *4* à leur position initiale. De cette façon, la vitesse angulaire de l'arbre à essayer est indiquée par l'aiguille *7* et en même temps enregistrée sur le tambour *17*.

680	MÉCANISME DENTÉ D'UN FREIN AVEC DISPOSITIF DE SÉCURITÉ	DC Fr

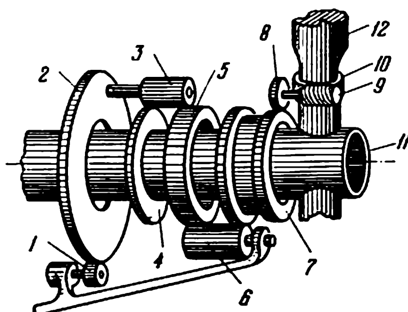
Le tambour *a* est rigidement relié à la roue *1* qui engrène avec deux roues identiques *2* et *6*. Les roues *2* et *6* sont rendues solidaires des deux roues identiques *5* et *3*. Les axes *d* et *f* des roues *2*, *5* et *6*, *3* sont rendus solidaires du tambour *b*. La roue menée *4* est rigidement reliée à l'axe *c*. Lorsque le tambour *b* est freiné, les axes *d* et *f* restent immobiles. Quand l'arbre *c* subit une surcharge, le tambour *b* commence à tourner et les roues *2*, *5* et *6*, *3* roulent sur les roues centrales *1* et *4*.

681	MÉCANISME À ENGRENAGE ET VIS SANS FIN DE LA COMMANDE ET DU RÉGULATEUR D'UN MOTEUR À RESSORT	DC DSp



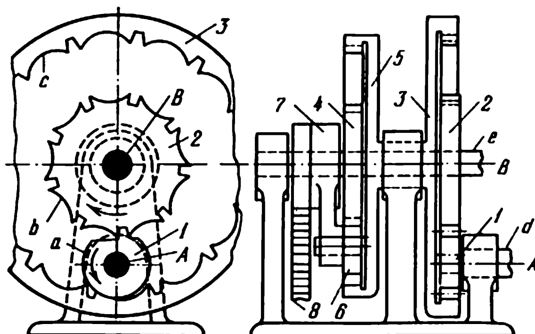
Lorsque l'arbre *1* tourne, les ressorts en spirale, fixés sur l'arbre *13* et placés dans le carter *12*, sont remontés au moyen d'un engrenage à vis tangente *2*, *3*. L'énergie des ressorts en spirale est transmise par l'intermédiaire des roues dentées *4*, *5*, *6* et *7* à l'arbre mené *8*. Le nombre de tours de l'arbre *8* est réglé à l'aide d'un régulateur à ressort centrifuge *9* mis en mouvement au moyen de la roue tangente *10* et de la vis tangente *11*.

682	MÉCANISME DIFFÉRENTIEL DENTÉ DE CHANGEMENT DE PAS DE L'HÉLICE	DC DSp



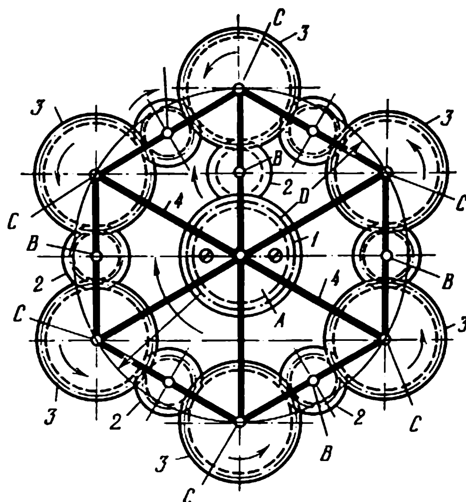
La roue dentée *4* et les pales d'hélice *12* sont rigidement reliées à l'arbre *11* du moteur. La roue dentée *1* est mise en mouvement par un moteur électrique non représenté sur la figure. Les roues dentées *4* et *5*, qui engrènent avec le satellite *3*, n'ont pas le même nombre de dents. Lorsque le moteur électrique est mis hors circuit, la roue dentée *2* reste immobile, et la rotation de la roue *4* est transmise à la roue dentée *7* au moyen du satellite *3* et de la roue dentée *5*. Comme les vitesses angulaires des roues dentées *4* et *7* sont égales, le satellite *8* ne tourne pas autour de son axe et la pale reste à la même position. Lorsque le moteur électrique est mis en circuit, les roues dentées *4* et *7* se meuvent à des vitesses angulaires différentes, le satellite *8* tourne et fait tourner la pale à l'aide de la vis sans fin *9* et de la roue tangente *10*.

683	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ D'UNE CHAÎNE DE CONVOYEUR	DC DSp



La roue menante à une dent *1*, mobile autour de l'axe fixe *A* de l'arbre, engrène alternativement avec la roue dentée *2* ou la roue dentée *3*, imprimant la rotation à l'une d'elles autour de l'axe *B* de l'arbre *e* et bloquant simultanément l'autre. Le blocage s'opère par le glissement de l'arc *a*, appartenant à la roue *1*, sur les arcs de blocage *b* et *c* appartenant aux roues *2* ou *3*. La roue dentée *4* est rigidement montée sur le même arbre que la roue *2*, et la roue dentée *3*, rigidement reliée à la roue *5*, tourne librement sur le même arbre. Le mouvement des roues dentées *2* et *4* ou *3* et *5* est transmis au satellite *6* qui tourne alternativement autour de la roue *4* ou la roue *5*. Le satellite met en mouvement le porte-satellites *7* relié à la chaîne *8* du convoyeur, en déplaçant ce dernier dans un sens ou dans l'autre.

684	MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ POUR TORONNAGE DES CÂBLES	DC DSp



Le porte-satellites *4*, mobile autour d'un axe fixe *A*, constitue des couples de rotation *B* et *C* avec les satellites *2* et *3*. Le satellite *2* vient en prise avec la roue dentée fixe *1* et avec le satellite *3*. Le porte-satellites *4* se présente sous la forme d'un polygone régulier. La longueur de chaque côté est égale à *AC*. Les sommets de l'hexagone sont situés sur un cercle de diamètre $D = 2\,AC$. Le porte-satellites hexagonal *4* constitue à ses sommets *C* des couples de rotation avec les roues *3* qui engrènent avec les satellites *2*. Ces derniers constituent des couples de rotation *B* avec le porte-satellites *4*. Les nombres de dents z_1 et z_3 de la roue *1* et de la roue *3* satisfont à la condition $z_1 = z_3$. Pour les dimensions admises des éléments du mécanisme, tous les points de la roue *3* effectuent un mouvement de translation circulaire à la vitesse du point *C* du porte-satellites *4*.

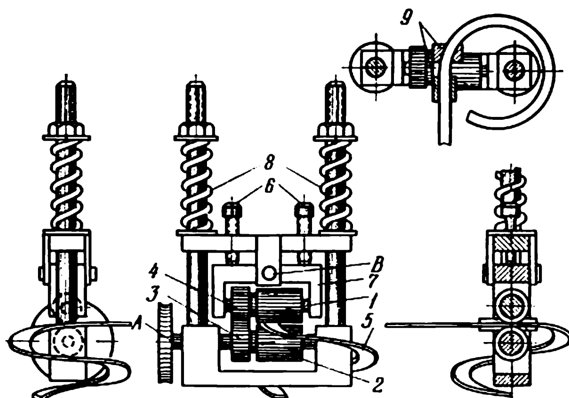
MÉCANISME PLANÉTAIRE DENTÉ POUR ENTRAÎNEMENT DU MARBRE DE LA MACHINE À IMPRESSION

Les dimensions des éléments du mécanisme satisfont à la condition

$$2r = R,$$

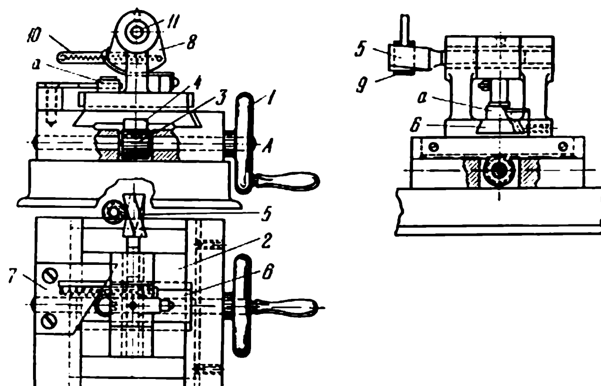
où r et R sont les rayons des cercles primitifs des roues dentées *5* et *6*. Lorsque la roue dentée *1* tourne autour d'un axe fixe *A*, le mouvement est transmis à la roue dentée conique *2* qui est en prise avec la roue dentée conique *3* tournant autour d'un axe fixe *B*. La roue conique *3* comporte sur sa jante le doigt *4* qui constitue l'axe de la roue *5*. La roue *5* engrène intérieurement avec la roue dentée fixe *6*. L'élément *7*, réuni à la roue *5*, est relié au marbre (non représenté sur la figure) animé d'un mouvement alternatif dans le guidage fixe *b*. L'élément *7* est réuni à la roue dentée *5* au point *a* éloigné du centre du doigt *4* d'une distance r égale à la moitié du rayon R de la couronne dentée *6*.

686	MÉCANISME DENTÉ DESTINÉ À OBTENIR UNE BANDE SPIRALÉE	DC DSp



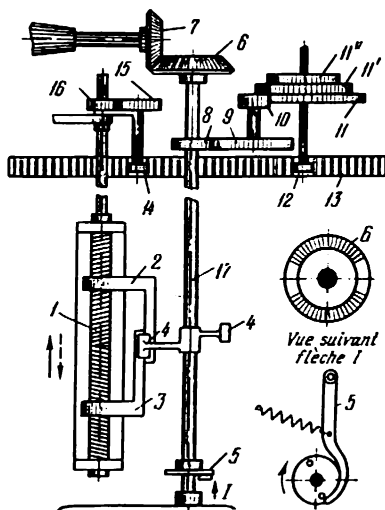
Les rouleaux *1* et *2*, disposés à un certain angle l'un par rapport à l'autre, sont mis en mouvement par l'arbre *A* à l'aide de roues dentées *3* et *4*. La bande de matériau *5*, en passant entre les rouleaux en rotation, subit une pression différente. Le bord gauche de la bande s'étire plus fortement que le bord droit. La bande de matériau se déforme alors et se transforme en une spirale. L'angle entre les rouleaux est réglé à l'aide de deux vis *6* qui agissent sur la chape *7* laquelle peut pivoter autour de l'axe *B*. Le matériau est serré à l'aide des ressorts *8* dont la force est réglée. Les guidages *9* assurent le diamètre constant de la spirale.

687	MÉCANISME À CRÉMAILLÈRE ET ENGRENAGE POUR RECTIFICATION DES SURFACES HÉLICOÏDALES	DC DSp



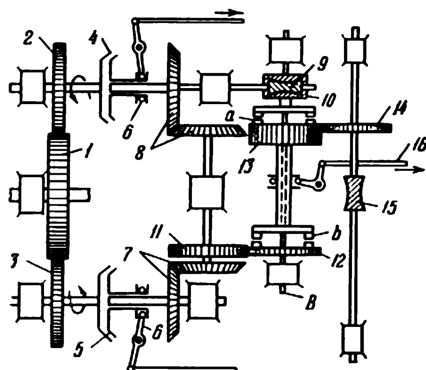
Lorsqu'on tourne la poignée *1* autour d'un axe fixe *A*, le mouvement est transmis aux glissières *2* à l'aide de la roue dentée *3* et de la crémaillère *4* ; l'arbre *11* portant la pièce à usiner *5* se met à tourner. Le rouleau *a*, situé sur les glissières *6*, entre en contact avec la came *7* et se déplace en même temps que les glissières *6* par rapport aux glissières *2* ; le secteur *8*, réuni par une bande d'acier flexible aux glissières *6*, tourne avec l'arbre *11*. La pièce *5* reçoit donc un mouvement hélicoïdal nécessaire à la rectification de la surface hélicoïdale par la meule *9*. Le ressort *10* assure le contact entre le rouleau *a* et la came *7*.

688	MÉCANISME À VIS ET ENGRENAGE, À MOUVEMENT RÉVERSIBLE POUR ENROULEMENT SUR LES BOBINES	DC DSp



La vis *1*, comportant un filetage à gauche et à droite, les écrous *2* et *3* et le chariot de la bobine sont mis en mouvement alternatif dans le sens indiqué par la flèche à l'aide d'un mécanisme non représenté sur la figure. Les butées de changement *4*, calées sur l'arbre *17*, empêchent la rotation de ce dernier pendant qu'elles glissent sur les éléments *2* et *3*. Dès que l'une des butées *4* quitte la surface des éléments *2* et *3*, l'arbre *17* subit l'action du levier *5* et tourne; la roue *6*, qui en est solidaire et qui possède deux secteurs dentés, vient en prise avec la roue *7*. La rotation est transmise à la vis *1* à l'aide d'un engrenage *8*, *9*, *10*, *11*, *12*, *13*, *14*, *15*, *16*. Il s'ensuit que la distance entre les éléments *2* et *3* diminue. Après avoir effectué la moitié d'un tour, la roue *6* s'arrête et le chariot portant la bobine reçoit un mouvement en sens inverse. S'étant déplacée d'une certaine distance, la crémaillère *13* diminue la vitesse angulaire de la bobine au moyen d'un mécanisme non représenté sur la figure. Chaque fois que l'arbre *17* change de sens de rotation, la vitesse angulaire de la bobine diminue par suite du déplacement de la crémaillère *13*, tandis que la longueur de course du chariot diminue par suite de la diminution de la distance entre les éléments *2* et *3*. Selon l'épaisseur du fil à bobiner, la roue *10* est amenée en prise avec les roues correspondantes *11'* et *11"*.

689	MÉCANISME DENTÉ DE L'HÉLICE À PAS RÉGLABLE EN VOL	DC DSp



La roue dentée *1* imprime le mouvement aux roues dentées *2* et *3*. Lorsqu'on embraye l'accouplement *4* à l'aide de la tige *6*, la rotation de la roue *2* est transmise à la vis sans fin *9*, à la roue tangente *10* et, quand on embraye l'accouplement *a*, à la vis sans fin *15* à l'aide des roues dentées *13* et *14*. Selon le sens de rotation de la vis sans fin *15*, le pas de l'hélice (non représentée sur la figure) changera dans un sens ou dans l'autre. L'accouplement *5* une fois embrayé à l'aide de l'autre tige *6*, la rotation de la roue *3* est transmise à la vis sans fin *9* au moyen des engrenages coniques *7* et *8*, à la roue tangente *10*, et ensuite, à l'aide des roues dentées *13* et *14*, à la vis sans fin *15* qui tourne dans le sens inverse du précédent. Les engrenages à vis sans fin *9*, *10* dont le rapport de transmission est grand servent à modifier lentement le pas de l'hélice. Les roues dentées *11* et *12* permettent de tourner vite les pales de l'hélice, ce qui a lieu au moment où l'on débraye l'accouplement *a* (à l'aide du levier *16*) et on embraye l'accouplement *b*. Dans ce cas, quand l'accouplement *5* est embrayé, la rotation de la roue *3* est transmise à la vis sans fin *15* au moyen de l'engrenage conique *7*, des roues dentées *11* et *12* et ensuite des roues coniques *13* et *14*. Lorsque l'accouplement *4* est embrayé, la rotation de la roue *2* est transmise à la vis tangente *15*, tournant dans le sens inverse, au moyen de l'engrenage conique *8*, des roues dentées *11* et *12* et des roues dentées *13* et *14*.

INDEX ALPHABÉTIQUE

À NOS LECTEURS

Les Editions Mir vous seraient très reconnaissantes de bien vouloir leur communiquer votre opinion sur le contenu de ce livre, sa traduction et sa présentation, ainsi que toute autre suggestion. Notre adresse : Editions Mir, 2, Pervi Rijski péréoulok, Moscou, I-110, GSP, U.R.S.S.

Imprimé en Union Soviétique

Dans la même collection

A paraître

LES MÉCANISMES DANS LA TECHNIQUE MODERNE, T. 4

---

par I. Artobolevski

450 pages 11 × 17,5 cm, avec 1300 figures.
Reliure pelliculée.

Les machines et appareils modernes utilisent des mécanismes de structures et de fonctions diverses. Le constructeur, qui se propose de créer une machine ou un appareil quelconque, voit se poser le problème de choisir le schéma optimal du mécanisme susceptible de produire tel mouvement ou de matérialiser telle dépendance fonctionnelle. Ce choix sera grandement facilité grâce à l'ouvrage en cinq tomes « Les mécanismes dans la technique moderne » de l'académicien I. Artobolevski, ouvrage de référence d'une valeur inestimable. Le quatrième tome est consacré aux mécanismes à cames, aux mécanismes à friction et aux mécanismes à éléments flexibles. Le lecteur y trouvera les schémas de structure des mécanismes, les principales caractéristiques cinématiques, les descriptions utiles et les indications sur la destination fonctionnelle du mécanisme.

Le livre sera utile aux ingénieurs, constructeurs, chercheurs, aux professeurs et étudiants des écoles supérieures d'enseignement technique ainsi qu'aux inventeurs.

Dans la même collection

Ouvrages parus

AIDE-MÉMOIRE DE MATHÉMATIQUES SUPÉRIEURES

par M. Vygodski

870 pages 14,5×22 cm, avec 512 figures.
Reliure pelliculée.

Cet aide-mémoire composé par M. Vygodski, docteur ès sciences physico-mathématiques, inclut l'ensemble des matières de l'enseignement des mathématiques des écoles supérieures formant des ingénieurs de construction mécanique, du bâtiment, des transports, de l'électricité, de l'énergétique, des mines.
C'est à la fois un ouvrage de référence, où l'étudiant puisera de nombreux exemples et conseils pratiques, et un ouvrage de base fournissant des connaissances générales du niveau des programmes des universités techniques.